

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



**КАРТОФЕЛЕВОДСТВО
И ОВОЩЕВОДСТВО**

Сборник научных трудов

Том 2

Минск 2024

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, 2024. – Т. 2. – 341 с. – ISBN 978-985-7297-36-8.

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 978-985-7297-36-8

© Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2024
© Оформление. Республиканское научное унитарное предприятие «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси», 2024

**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 2

Minsk 2024

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, 2024. – V. 2. – 341 p. – ISBN 978-985-7297-36-8.

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 978-985-7297-36-8

© Republican Unitary Enterprise «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Potato, Fruit and Vegetable Growing», 2024

© Issuance. Republican Scientific Unitary Enterprise «The Institute of System Researches in Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Селекция и семеноводство картофеля и овощных культур

Бабак О. Г., Дрозд Е. В., Анисимова Н. В., Мартиновская Н. А., Яцевич К. К., Совастей О. Г., Пугачева И. Г., Добродькин М. М., Кильчевский А. В. Биохимический анализ плодов гибридов <i>F₁ Solanum lycopersicum</i> L. с комплексом аллелей, определяющих высокое накопление каротиноидов и антоцианов	11
Башко Д. В., Козлов В. А., Головенчик Г. М. Использование ДНК-маркеров в поиске источников устойчивости к <i>Globodera rostochiensis</i> и <i>Globodera pallida</i> среди межвидовых гибридов картофеля	25
Башко Д. В., Козлов В. А., Чашинский А. В., Русецкий Н. В. Изучение распространенности возбудителей альтернариоза картофеля в Брестской и Гомельской областях с использованием видоспецифичных ДНК-маркеров	31
Бобкова О. И., Анципович В. В., Анципович Н. А., Попкович А. И. Повышение эффективности получения исходных линий <i>in vitro</i> растений картофеля сортов белорусской селекции путем применения Лаферона и Арпетола	38
Гороховский В. Ф., Шуляк Е. А., Мокрянская Т. И. Селекция пчелоопыляемых и партенокарпических гибридов огурца для пленочных теплиц и открытого грунта	44
Гулько Ю. В. Современный подход в селекции скороспелых сортов картофеля	55
Гулько Ю. В., Маханько В. Л. Новые перспективные и допущенные в производство ранние и среднеранние сорта картофеля белорусской селекции	66
Исакова А. Л. Селекция нигеллы (<i>Nigella</i> L.)	72
Козлова Л. Н., Незаконова О. Б. Биохимический состав новых сортов картофеля белорусской селекции	78
Козлова Л. Н., Незаконова О. Б., Рядинская Е. А. Оценка новых сортов картофеля Венера, Вилия, Лекар по морфо-технологическим показателям	82
Косило А. Ю., Соловей О. В., Боброва Д. В., Радкович Е. В. Подбор накопителей и получение очищенного вирусного препарата S-вируса картофеля	86
Медведева Е. И., Козлов В. А. Изучение характера наследования содержания крахмала в гибридных популяциях картофеля	91
Мишин Л. А. Изучение особенностей линий перца сладкого (<i>Capsicum Annuum</i> L.) при переводе сорта на гибридную основу	97
Мишин Л. А. Интродукция и создание сортов горького перца (<i>Capsicum Annuum</i> L.) для пленочных теплиц	104
Опимах В. В., Криволапчук И. В., Урбан Э. П. Селекция свеклы столовой на односемянность	110
Осовик М. О., Хох Н. А., Шкляр И. И. Влияние густоты посадки и некорневых подкормок на продуктивность картофеля на этапе оригинального семеноводства	116

<i>Пашкевич А. М.</i> Сравнительный анализ продукционно-биометрических показателей микрозелени различных овощных видов семейства капустные (<i>Brassicaceae</i> Burnett)	121
<i>Пашкевич А. М., Рупасова Ж. А., Гетко Н. В., Чайковский А. И., Трофимов Ю. В., Сулим Д. О.</i> Влияние спектрального состава светодиодного освещения на содержание органических кислот и углеводов в микрозелени капусты белокочанной	133
<i>Раковская Е. Л., Козлов В. А., Чащинский А. В., Родькина И. А.</i> Результаты изучения сортов картофеля российской селекции по хозяйственно ценным признакам в условиях Республики Беларусь	138
<i>Рупасова Ж. А., Добрянская К. А., Долбик М. А., Вечер Н. Н.</i> Влияние источников искусственного освещения на содержание фенольных соединений в ассимилирующих и генеративных органах растений томата	146
<i>Русецкий Н. В., Михалькович И. А., Башко Д. В.</i> Скрининг новых источников устойчивости к S- и M-вирусам среди диких видов картофеля	151
<i>Рылко В. А.</i> Влияние новых форм комплексных удобрений на продуктивность картофеля в условиях северо-восточной части Беларуси	162
<i>Хлебородов А. Я., Гапоненко И. В., Провоторова О. С.</i> Семеноводство корншонно-партенокарпических материнских и отцовских линий огурца открытого грунта гиноцийного и моноцийного типа для репродукции гибридов Духмяны F ₁ и Колорит F ₁	168
<i>Хох Н. А., Осовик М. О., Шкляр И. И.</i> Влияние схем посадки микрорастений и регуляторов роста на продуктивность сортов картофеля при выращивании в сооружениях защищенного грунта	174

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

<i>Анципович Н. А., Бобкова О. И., Анципович В. В., Есьман А. В., Попкович А. И.</i> Эффективность применения предпосадочной обработки растений <i>in vivo</i> картофеля микроудобрениями в условиях защищенного грунта	181
<i>Гасило Д. С., Фицура Д. Д., Сердюков В. А.</i> Влияние доз комплексного азотно-фосфорно-калийного удобрения марки 7-20-30 на урожайность, биометрические и биохимические показатели сортов картофеля при локальном способе его внесения	192
<i>Гасило Д. С., Фицура Д. Д., Сердюков В. А., Тараканова В. Д.</i> Результаты внесения стандартных и комплексных минеральных удобрений локальным и разбросным способами при выращивании картофеля на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в Беларуси	204
<i>Гасило Д. С., Фицура Д. Д., Сердюков В. А., Тараканова В. Д., Соколов Г. А.</i> Результаты внесения локальным способом комплексного органоминерального гранулированного удобрения ИПАН при выращивании продовольственного картофеля	215
<i>Козловская И. П., Винокурова-Лабунская Ю. В.</i> Экологизация технологических приемов выращивания фасоли спаржевой на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Республики Беларусь	228

Купреенко Н. П. Оценка эффективности фунгицида Миравис, СК в защите посевов лука репчатого от стеблевой гнили и альтернариоза	235
Купреенко Н. П., Корецкий В. В. Эффективность использования комплексных органоминеральных удобрений пролонгированного действия при выращивании чеснока ярового	240
Никонович Т. В., Кильчевский А. В., Трофимов Ю. В. Влияние светодиодного освещения на регенерационный потенциал <i>Solanum chilense</i> в условиях <i>in vitro</i>	246
Опимах В. В., Урбан Э. П. Модель оценки сохранности дайкона в зависимости от биохимических показателей на основе регрессионного анализа	255
Павлова И. В. Лук пскемский (<i>Allium pskemensense</i> V. Fedtsch) в условиях Смолевичского района Минской области	262
Попкович А. И., Анципович В. В., Анципович Н. А., Руженцев А. А., Козлов В. А. Эффективность применения препарата на основе минерального масла и сроков удаления ботвы как способов предотвращения накопления вирусной инфекции	267
Равбис О. О., Баханкевич С. В., Козлов В. А. Влияние новых форм комплексных гранулированных и органоминеральных удобрений на урожайность и качество сортов картофеля в условиях северо-восточного региона Беларуси	275
Сидоренко Т. Н., Тихонова Л. Г. Применение сапропелей в сооружениях защищенного грунта при выращивании семенного картофеля	285
Фицура Д. Д., Пискун Г. И., Маханько В. Л., Сердюков В. А., Гасило Д. С., Тараканова В. Д., Козлова Л. Н., Незаконова О. Б., Гунько Ю. В., Медведева Е. И. Результаты исследований по выращиванию сортов картофеля белорусской селекции на серой лесной почве Погарского района Брянской области	292
Хох Н. А., Осовик М. О., Шкляр И. И. Применение беспилотного летательного аппарата при защите посадок картофеля от злаковых сорняков ...	303
Чашинский А. В., Козлов В. А., Русецкий Н. В., Башко Д. В., Родькина И. А. Изучение распространенности фитоплазменных болезней в посадках картофеля Гомельской области	310

Раздел 3. Общие вопросы

Пашкевич А. М. Экономическое обоснование эффективности производства микрозелени капусты белокочанной на основе светодиодного освещения	318
Пашкевич А. М., Рупасова Ж. А., Чайковский А. И. Экономическая эффективность выращивания микрозелени гороха овощного с использованием светодиода	327
Чайковский А. И., Досина-Дубешко Е. С. Состояние овощеводства в Республике Беларусь в новых условиях	335

CONTENTS

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

Babak O. G., Drozd E. V., Anisimova N. V., Martinovskaya N. A., Yatsevich K. K., Sovastey O. G., Pugacheva I. G., Dobrodkin M. M., Kilchevskiy A. V. Biochemical analysis of F ₁ hybrid fruits of <i>Solanum lycopersicum</i> L. with a set of alleles determining high accumulation of carotenoids and anthocyanins	11
Bashko D. V., Kozlov V. A., Golovenchik G. M. Using DNA markers to identify sources of resistance to <i>Globodera rostochiensis</i> and <i>Globodera pallida</i> among interspecific potato hybrids	25
Bashko D. V., Kozlov V. A., Chashinskiy A. V., Rusetskiy N. V. Study of the distribution of potato early blight pathogens in the Brest and Gomel regions using species-specific DNA-markers	31
Bobkova O. I., Antsipovich V. V., Antsipovich N. A., Popkovich A. I. Improving the efficiency of obtaining initial <i>in vitro</i> lines of potato plants of Belarusian breeds through the use of Laferon and Arpetol	38
Gorohovskiy V. F., Shulyak E. A., Mokryanskaya T. I. Breeding of bee-pollinated and partenocarpic cucumber hybrids for film greenhouses and open ground	44
Gunko Yu. V. Modern approach to the breeding of early-maturing potato varieties	55
Gunko Yu. V., Makhanko V. L. New promising and approved early and mid-early potato varieties of Belarusian breeding	66
Isakova A. L. Breeding of <i>Nigella</i> L.	72
Kozlova L. N., Nezakonova O. B. Biochemical composition of new potato varieties of Belarusian selection	78
Kozlova L. N., Nezakonova O. B., Ryadinskaya E. A. Evaluation of new potato varieties Venera, Viliya, Lekar based on morphological and technological characteristics	82
Kosilo A. Yu., Solovey O. V., Bobrova D. V., Radkovich E. V. Selection of host plants and production of purified PVS preparation	86
Medvedeva E. I., Kozlov V. A. Study of the inheritance pattern of starch content in potato hybrid populations	91
Mishyn L. A. Study of the characteristics of sweet pepper (<i>Capsicum Annuum</i> L.) lines in transitioning a variety to a hybrid basis	97
Mishyn L. A. Introduction and development of bitter pepper (<i>Capsicum Annuum</i> L.) varieties for film greenhouses	104
Opimah V. V., Krivolapchuk I. V., Urban E. P. Breeding of monogermlinal red beet	110
Osovik M. O., Khoh N. A., Shklyar I. I. Effect of planting density and foliar fertilization on potato productivity at the original seed production stage	116
Pashkevich A. M. Comparative analysis of production and biometric indicators of microgreens from various vegetable species of cabbage family (<i>Brassicaceae</i> Burnett)	121
Pashkevich A. M., Rupasova Zh. A., Getko N. V., Chaykovskiy A. I., Trofimov Yu. V., Sulim D. O. Influence of the spectral composition of LED lighting on the content of organic acids and carbohydrates in white cabbage microgreens	133

Rakovskaya E. L., Kozlov V. A., Chashinskiy A. V., Rodkina I. A. Results of studying Russian-bred potato varieties for economically valuable traits in the conditions of the Republic of Belarus	138
Rupasova Zh. A., Dobryanskaya K. A., Dolbik M. A., Vecher N. N. Influence of artificial light sources on the content of phenolic compounds in the photosynthetic and generative organs of tomato plants	146
Rusetskiy N. V., Mihalkovich I. A., Bashko D. V. Screening new sources of resistance to PVS and PVM among wild potato species	151
Rylko V. A. Influence of new forms of complex fertilizers on the productivity of potatoes under the conditions of the north-eastern part of Belarus	162
Hleborodov A. Ya., Gaponenko I. V., Provotorova O. S. Seed production of gherkin-partenocarpic maternal and paternal lines of open ground cucumber of gynoeious and monoecious types for the reproduction of Duhmyany F ₁ and Kolorit F ₁ hybrids	168
Khoh N. A., Osovik M. O., Shklyar I. I. Influence of planting schemes and growth regulators on the productivity of potato varieties grown in protected ground structures	174

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

Antsipovich N. A., Bobkova O. I., Antsipovich V. V., Esman A. V., Popkovich A. I. Effectiveness of pre-plant treatment of potato plants <i>in vivo</i> with micronutrients in protected ground conditions	181
Gastilo D. S., Fitsuro D. D., Serdyukov V. A. Influence of the doses of complex nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer 7-20-30 on the yield, biometric and biochemical indicators of potato cultivars with local application	192
Gastilo D. S., Fitsuro D. D., Serdyukov V. A., Tarakanova V. D. Results of applying standard and complex mineral fertilizers by localized and broadcast methods in potato cultivation on sod-podzolic medium-loamy soil in Belarus	204
Gastilo D. S., Fitsuro D. D., Serdyukov V. A., Tarakanova V. D., Sokolov G. A. Results of local application of complex organomineral granulated fertilizer IPAN when growing ware potatoes	215
Kozlovskaya I. P., Vinokurova-Labunskaya Yu. V. Ecologization of technological methods for cultivating green beans on sod-podzolic light loam soils in the Republic of Belarus	228
Kupreenko N. P. Evaluation of the effectiveness of the fungicide Miravis, SC in protecting onion crops from stemphylium and alternaria diseases	235
Kupreenko N. P., Koretskiy V. V. Efficiency of the use of complex organomineral fertilizers of prolonged action in the cultivation of spring garlic	240
Nikonovich T. V., Kilchevskiy A. V., Trofimov Yu. V. Effect of LED lighting on the regenerative potential of <i>Solanum chilense in vitro</i>	246
Opimah V. V., Urban E. P. Model evaluation of daikon preservation based on biochemical indicators using regression analysis	255
Pavlova I. V. Onion pskemense (<i>Allium pskemense</i> B. Fedtsch) in the conditions of Smolevich district of Minsk region	262
Popkovich A. I., Anmsipovich V. V., Antsipovich N. A., Ruzhentsev A. A., Kozlov V. A. Effectiveness of using a mineral oil-based preparation and timing of haulm removal as methods to prevent the accumulation of viral infections	267

Ravbis O. O., Bahankevich S. V., Kozlov V. A. Influence of new forms of complex granular and organo-mineral fertilizers on the yield and quality of potato varieties in the northeast region of Belarus	275
Sidorenko T. N., Tihonova L. G. The use of sarpopels in protected ground structures in the cultivation of seed potatoes	285
Fitsuro D. D., Piskun G. I., Makhanko V. L., Serdyukov V. A., Gastilo D. S., Tarakanova V. D., Kozlova L. N., Nezakonova O. B., Gunko Yu. V., Medvedeva E. I. Results of research on growing Belarusian-bred potato varieties on gray forest soil in the Pogarskiy district of the Bryansk region	292
Khoh N. A., Osovik M. O., Shklyar I. I. The use of unmanned aerial vehicles for protecting potato plantings from grass weeds	303
Chashinskiy A. V., Kozlov V. A., Rusetskiy N. V., Bashko D. V., Rodkina I. A. Study of the prevalence of phytoplasma diseases in potato plantings in the Gomel region	310

Section 3. General questions

Pashkevich A. M. Economic justification for the efficiency of producing white cabbage microgreens using LED lighting	318
Pashkevich A. M., Rupasova Zh. A., Chaykovskiy A. I. Economic efficiency of growing garden pea microgreens using LED lighting	327
Chaykovskiy A. I., Dosina-Dubeshko E. S. The state of vegetable production in the Republic of Belarus under new conditions	335

РАЗДЕЛ 1

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

УДК 635.64:581.19:547.973:547.979.8:631.527.5

О. Г. Бабак¹, кандидат биологических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник

Е. В. Дрозд¹, младший научный сотрудник

Н. В. Анисимова¹, кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник

Н. А. Мартиновская¹, **К. К. Яцевич**¹, **О. Г. Совастей**³,
научные сотрудники

И. Г. Пугачева², **М. М. Добродькин**², кандидаты сельскохозяйственных
наук, доценты, доценты кафедры селекции и биотехнологии растений

А. В. Кильчевский¹, академик НАН Беларуси, доктор биологических
наук, профессор

¹ Государственное научное учреждение «Институт генетики и цитологии
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск

² Учреждение образования «Белорусская государственная орденов
Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия», г. Горки, Могилевская область

³ Центр физико-химических методов исследования УО «Белорусский
государственный технологический университет», г. Минск

БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЛОДОВ ГИБРИДОВ F₁ SOLANUM LYCOPERSICUM L. С КОМПЛЕКСОМ АЛЛЕЛЕЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВЫСОКОЕ НАКОПЛЕНИЕ КАРОТИНОИДОВ И АНТОЦИАНОВ

РЕЗЮМЕ

Методами ВЭЖХ (HPLC) и спектрофотометрии установлена концентрация каротиноидов и антоцианов при различных комбинациях аллелей генов, отвечающих за биосинтез данных веществ. Максимальное накопление каротиноидов (до 21,19 мг/100 г плода) наблюдалось у образцов с комбинацией аллелей V/hr-2^{ds}/U; t/b/y/U в генотипах. При наличии в генотипе аллелей Y/Ant1/An2-Aft/atv наблюдалось высокое накопление антоцианов (до 2 979,26 мг/100 г кожуры). У большинства гибридов F₁ наследование признаков «общее накопление каротиноидов» и «общее накопление антоцианов» проявлялось по типу неполного доминирования и доминирования в сторону уменьшения значения признака. Выделены образцы для использования в качестве материала для селекции томатов на высокое биохимическое качество плодов.

Ключевые слова: *Solanum lycopersicum*; биохимический состав плодов; каротиноиды; антоцианы; гетерозис; степень доминирования.

ВВЕДЕНИЕ

Современные селекционные программы направлены на создание сортов и гибридов овощных культур с высокими антиоксидантными свойствами, которые определяются накоплением биологически активных веществ в продуктивных органах. *Solanum lycopersicum* L. занимает одно из первых мест среди овощей для функционального питания человека, пищевая ценность плодов которого определяется содержанием в них таких вторичных метаболитов, как каротиноиды и антоцианы. Понимание закономерностей регуляции концентрации данных пигментов в плодах, знание характера наследования признаков у гибридов F_1 будет способствовать повышению эффективности селекционной работы по созданию новых сортов и гибридов с высокими биохимическими качествами плодов.

Ранее в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси совместно с Белорусской государственной сельскохозяйственной академией в результате циклической селекции созданы формы, сочетающие в своем генотипе 3–5 целевых аллелей, определяющих пигментный состав плодов томата. Созданы первые сорта с комплексом генов, определяющих этапы биосинтеза каротиноидов и регуляции антоцианов (*t*, *B*, *og^c*, *hp-2^{ds}*, *Ant1*).

Для дальнейшей работы в данном направлении поставлена цель определить характер наследования признаков накопления каротиноидов и антоцианов у гибридов F_1 с различным комплексом аллелей, определяющих данные признаки и отбор материала, который предпочтительно использовать для селекции томатов на высокое биохимическое качество плодов. В связи с этим были поставлены следующие задачи: отобрать родительские формы для гибридизации томата по результатам молекулярного анализа комплекса генов биосинтеза каротиноидов, антоцианов, пигментов в целом; создать гибриды F_1 с различным комплексом аллелей, определяющих накопление каротиноидов и антоцианов; выполнить анализ биохимического состава плодов созданных гибридов F_1 и их родителей; определить степень доминирования и изучить характер проявления истинного и гипотетического гетерозиса в проявлении признаков «общее накопление каротиноидов» и «общее накопление антоцианов» у созданных гибридов F_1 ; выделить образцы, которые целесообразно использовать в селекции томатов на улучшение биохимического состава плодов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований биохимического состава плодов являлись 40 созданных гибридов F_1 и 29 родительских линий *Solanum lycopersicum* с различными фенотипическим проявлением признаков окраски плодов (рис. 1–3) и сочетанием аллелей генов биосинтеза каротиноидов: *CRTISO* (*tangerine*, *t*), *NSY* (*old gold crimson*, *og^c*; *beta*, *b*; *Beta*, *B*), *DET1* (*high pigment dark green*, *hp-2^{ds}*), *GLK2* (*U*, *u*, *U-del52*) и регуляции биосинтеза антоцианов: *Ant1* (*Anthocyanin1*), *Ant2* (*Anthocyanin2*), *atv* (*Atrioviolacium*), *SIMyb12* (*yellow*, *Y/y*) из коллекции Института генетики и цитологии НАН Беларуси (табл. 1).

Выращивание растений проводилось в условиях неотапливаемых теплиц на опытном поле кафедры селекции и биотехнологии растений Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Схема посадки растений 70×30 см. Повторность опыта 3-кратная по три растения на делянке, расположение делянок рендомизированное. Доза удобрений $N_{60}P_{120}K_{120}$.

ДНК-типирование материала на наличие ценных аллелей, связанных с накоплением пигментов, проводили согласно разработанным методическим рекомендациям «Технология маркер-сопутствующего отбора форм томата с высокими биохимическими и технологическими свойствами плодов» [1].

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

























P_3	 Линия 21-22	 Линия 21-26	 Линия 21-27	 Линия 21-72
 Линия 21-2	 F ₁ 1Б	 F ₁ 5Б	 F ₁ 9Б	 F ₁ 13Б
 Линия 21-3	 F ₁ 2Б	 F ₁ 6Б	 F ₁ 10Б	 F ₁ 14Б
 Линия 21-14	 F ₁ 3Б	 F ₁ 7Б	 F ₁ 11Б	 15Б
 Линия ТХ-144	 F ₁ 4Б	 F ₁ 8Б	 F ₁ 12Б	 15Б

Рисунок 1 – Схема 1 гибридизации (4×4, БГСХА) и окраска плодов полученных гибридов F₁







































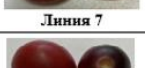



P_3	 Линия 1	P_3	 Линия 12	P_3	 Линия 15
 Линия 2	 F ₁ ИГЦ1	 Линия 10	 F ₁ ИГЦ9	 Линия 7	 F ₁ ИГЦ14
 Линия 3	 F ₁ ИГЦ2	P_3	 Линия 13	 Линия 8	 F ₁ ИГЦ16
 Линия 4	 F ₁ ИГЦ3	 Линия 11	 F ₁ ИГЦ10	P_3	 Линия 16
P_3	 Линия 5	 Линия 8	 F ₁ ИГЦ11	 Линия 8	 F ₁ ИГЦ15
 Линия 1	 F ₁ ИГЦ4	P_3	 Линия 14	P_3	 Линия 17
P_3	 Линия 6	 Линия 8	 F ₁ ИГЦ12	 Линия 18	 F ₁ ИГЦ17
 Линия 7	 F ₁ ИГЦ5	 Линия 11	 F ₁ ИГЦ13	P_3	 Линия 18
 Линия 8	 F ₁ ИГЦ6			 Линия 13	 F ₁ ИГЦ19

Рисунок 2 – Схема 2 индивидуальных скрещиваний (ИГЦ, 2021 г.) и окраска плодов полученных гибридов F₁

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

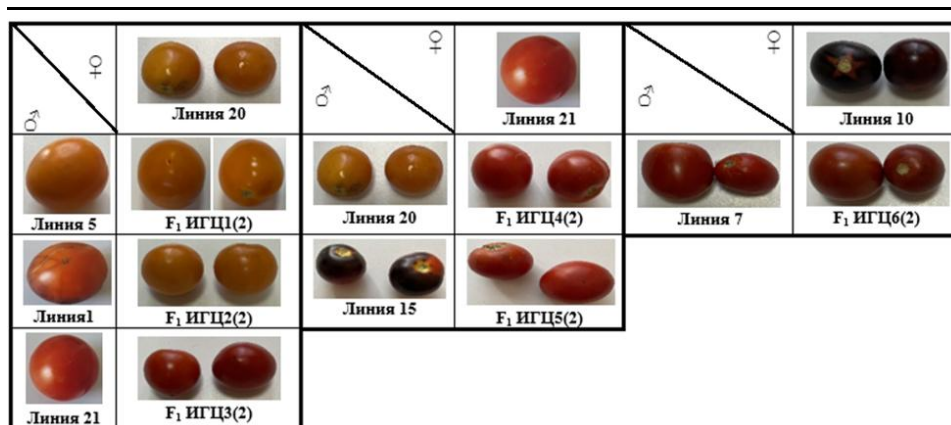


Рисунок 3 – Схема 3 индивидуальных скрещиваний (ИГЦ, 2022 г.) и окраска плодов полученных гибридов F₁

Таблица 1 – Родительские линии *Solanum lycopersicum* для гибридизации с комплексом генов качества плодов и устойчивости к болезням

Родительская линия для гибридизации	Состав аллелей генов качества плодов и устойчивости к болезням
Линия 1	<i>t, b, y, Ant1, Sp, An2-Aft, U-del52, Ph3, atv</i>
Линия 2	<i>t, b, Y, ant1, Sp, Myb75, U, Atv</i>
Линия 3	<i>t, b, Y, ant1, Sp, Myb75, U, Atv</i>
Линия 4	<i>t, b, y, ant1, Sp, Myb75, U, Atv</i>
Линия 5	<i>t, b, y, ant1, Sp, Myb75, U, Ph3, Atv</i>
Линия 6	<i>CRTISO, b, Y, Ant1, Sp, An2-Aft, U-del52, Ph3, atv</i>
Линия 7	<i>CRTISO, Y, ant1, Sp, Myb75, U, Og^c, hp-2^{dg}Atv, Ve</i>
Линия 8	<i>CRTISO, b, y, Ant1, Sp, An2-Aft, U-del52, ph3, atv</i>
Линия 9	<i>CRTISO, b, Y, ant1, Sp, Myb75, u, Ph-3, ps-2, Cf-5, Atv</i>
Линия 10	<i>CRTISO, b, Y, Ant1, Sp, An2-Aft, U, Ph3, hp-2^{dg}, atv2, Ve</i>
Линия 11	<i>CRTISO, b, y, ant1, Sp, Myb75, U, atv</i>
Линия 12	<i>b, Y, ant1, Sp, Myb75, u, Atv, Tm2, Cf-4, Cf-4A, Cf-9</i>
Линия 13	<i>CRTISO, b, y, ant1, Sp, Myb75, u, nor^{wt}, Cf-4, Cf-4A, Cf-5, Cf-9, Tm2², Atv(zem), Ty-3, I-7, Ve, I-2, Cf-4A, I-3</i>
Линия 14	<i>CRTISO, b, Y, ant1, Sp, Myb75, U, Atv</i>
Линия 15	<i>CRTISO, b, Y, Ant1, Sp, An2-Aft, U, Ph3, atv</i>
Линия 16	<i>CRTISO, b, Y, Ant1, Sp, An2-Aft, U-del52, atv</i>
Линия 17	<i>CRTISO, b, y, ant1, Sp, Myb75, U, Atv</i>
Линия 18	<i>CRTISO, b, y, Ant1, Sp, An2-Aft, U-del52, atv</i>
Линия 19	<i>t, b, Y, ant1, Sp, Myb75, U-del52, Atv</i>
Линия 20	<i>t, b, Y, Ant1, Sp, An2-Aft, U-del52, Atv</i>
Линия 21	<i>CRTISO, b, Y, ant1, Sp, Myb75, u, Atv, Cf-4, Cf-4A, Ve, I-2</i>
Линия 21-2	<i>CRTISO, b, Ant1, Y, Sp, An2-Aft, U-del52, atv</i>
Линия 21-3	<i>CRTISO, b, Ant1, Y, Sp, An2-Aft, U-del52, Ph3, atv</i>
Линия 21-14	<i>t, b, y, Ant1, Sp, An2-Aft, U-del52, Ph3, atv</i>
Линия 21-22	<i>CRTISO, B, hp-2^{dg}, t, ant1, Myb75, U, rin^{wt}</i>
Линия 21-26	<i>CRTISO, B, hp-2^{dg}, ant1, Myb75, sp</i>
Линия 21-27	<i>CRTISO, B, hp-2^{dg}, ant1, Myb75, sp</i>
Линия 21-72	<i>CRTISO, B, hp-2^{dg}, Ant1, An2-Aft</i>
Линия TX-144	<i>CRTISO, b, ant1, Myb75, Y, Sp, Mi-1.2, Cf-4, Cf-4A, Ph-3</i>

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

Оценка содержания суммы антоцианов, а также индивидуальных антоцианов в кожце плодов и общего содержания каротинов в плодах гибридов F_1 томата и их родителей проводилась на стадии биологической спелости плодов в Центре физико-химических методов исследования Белорусского государственного технологического университета. Испытания проводили в трех технических повторностях из одной биологической.

Оценка содержания общего количества каротинов проводилась спектрофотометрическим методом определения массовой концентрации каротина в растворе, полученном после экстрагирования каротина из тканей органическим растворителем и очищенном от сопутствующих красящих веществ с помощью колоночной хроматографии. Исследование проводилось по ГОСТу 8756.22-80 «Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения каротина» [2].

Оценка содержания суммы антоцианов основана на спектрофотометрическом определении их в кожце образцов плодов томата. Сумма антоцианов при исследовании пересчитывается на цианидин-3-О-глюкозид – не менее 4 %. Оптическую плотность раствора измеряли при длине волны 534 нм [3].

Определение суммы антоцианов и общего содержания каротинов проводили на спектрофотометре двулучевом, регистрирующем Specord U200 Plus (Analytik Jena, Германия).

Оценку содержания индивидуальных антоцианов проводили хроматографированием на высокоэффективном хромато-масс-спектрометре Waters с диодно-матричным спектрофотометрическим детектором PDA 996 и масс-детектором Micromass ZQ 2000, колонка HYPERSIL C18 длиной 250 мм и диаметром 4,6 мм, размер частиц 5 мкм (Waters, США).

Особенности характера проявления признаков накопления каротинов и антоцианов у гибридов F_1 оценивали по значениям степени доминирования, истинного и гипотетического гетерозиса. Величину истинного (Гист) (превосходство проявления признака в F_1 по сравнению с лучшей родительской формой) и гипотетического (Гтип) (превосходство гибрида над средним значением признака, характерным для обоих родителей) гетерозиса вычисляли по формулам [4]:

$$\text{Гист} = \frac{F1 - \text{Рлуч}}{\text{Рлуч}} \times 100 \%,$$

где $F1$ – изучаемый показатель у гибрида;

Рлуч – этот же показатель у лучшего родителя;

$$\text{Гтип} = \frac{F1 - \text{Рср}}{\text{Рср}} \times 100 \%,$$

где $F1$ – изучаемый показатель у гибрида;

Рср – среднее значение показателя между родительскими формами $(P1 + P2) / 2$.

Степень доминирования (H_p) (отношение средней выраженности признака у гибрида и обоих родительских форм) вычисляли по формуле:

$$H_p = \frac{F1 - MF}{HF - MF},$$

где H_p – показатель наследования (степень доминирования);

$F1$ – среднее значение признака гибрида;

MF – среднее значение признака между обоими родителями;

HF – значение признака у лучшего родителя.

При условии $H_p > 1$ гибрид характеризуется положительным гетерозисом (сверхдоминированием), при H_p в диапазоне от +1,0 до -1,0 – промежуточным наследованием

(неполным доминированием), при $H_r < -1,0$ – отрицательным гетерозисом (депрессией) [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам фенотипического описания плодов и молекулярного анализа аллелей, определяющих накопление каротиноидов и антоцианов, были отобраны родительские формы (см. табл. 1). С использованием трех схем скрещиваний были созданы 40 гибридов F_1 .

Особенностью гибридов первой схемы скрещивания было присутствие аллеля *Beta* (*B*) гена *NSY* хромoplastспецифической ликопен- β -циклазы (CYCB), связанного с повышенным накоплением β -каротина. Для этого выполнена гибридизация по схеме топ-кросса (4×4, 16 гибридов, БГСХА, 2021 г.), где в качестве отцовских форм были взяты образцы с аллелями *B* и *hp-2^{dg}* (см. рис. 1). Для изучения особенностей накопления пигментов в присутствии аллелей *CRTISO* и *tangerine* гена *CRTISO* каротиноидной изомеразы, связанного с накоплением транс- и цис-форм ликопина, и аллеля *beta* (*b*) гена *NSY*, связанного с преимущественным накоплением ликопина, были созданы гибриды путем скрещивания индивидуально подобранных комбинаций (схема 2, Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, 24 гибрида, 2021 г.) (см. рис. 2). Схема 2022 г. (см. рис. 3) включала родительские формы – Линию 20 (Бурштын), характеризующуюся неравномерным распределением антоциана по поверхности плода с образованием так называемого «янтарного рисунка» и Линию 21 (Белесый ИСИ, SAI), отличающуюся низким накоплением пигментов в вегетативных органах и плодах на стадии технической спелости [5].

Оценка содержания каротинов и антоцианов проводилась на стадии биологической спелости плодов первой кисти у образцов, выращиваемых в Могилевской области (БГСХА) в 2023 г. в необогреваемых карбонатных теплицах.

По результатам испытаний колебание значений накопления каротинов у родительских линий составило от 2,00 до 21,19 мг/100 г сырой массы плода (смп) у Линии 1 (*t/t//b/b//y/y//Ant1/Ant1//An2-Aft/An2-Aft//U-del52/U-del52//atv/atv*) и у Линии 21-26 (*CRTISO/CRTISO//B/B//ant1/ant1//Myb75/Myb75*) соответственно. Количество каротинов у созданных гибридов варьировало от 1,07 до 12,06 мг/100 г смп у гибрида F_1 ИГЦ 4 (Линия 5×Линия 1) (*t/t//b/b//y/y//Ant1/ant1//Myb75/An2-Aft//U/U-del52//Atv/atv*) и у гибрида F_1 ИГЦ 19 (Линия 18×Линия 13) (*CRTISO/CRTISO//b/b//y/y//Ant1/ant1//Myb75/An2-Aft//u/U-del52//Atv/atv*) соответственно (табл. 1, 2). Среднее значение накопления каротинов по гибридам составило 4,23 мг/100 г смп.

Значения накопления антоцианов у родительских линий варьировали от 56,29 до 2 979,26 мг/100 г свежей кожицы плода (скп) у Линии 21 (*CRTISO/CRTISO//b/b//Y/Y//ant1/ant1//Myb75/Myb75//u/u//Atv/Atv*) и у Линии 8 (*CRTISO/CRTISO//b/b//Ant1/Ant1//An2-Aft/An2-Aft//U-del52/U-del52//atv/atv*) соответственно. Количество антоцианов у созданных гибридов по результатам анализа составило от 84,44 до 2 572,88 мг/100 г скп у гибрида F_1 ИГЦ 1 (Линия 1×Линия 2) ИГЦ 1 (*t/t//b/b//Y/y//Ant1/ant1//Myb75/An2-Aft//U/U-del52//Atv/atv*) и у гибрида F_1 15Б (Линия 21-72×Линия 21-14) (*CRTISO/t//B/b//Ant1/Ant1//An2-Aft/An2-Aft*) соответственно (табл. 1, 3). По накоплению антоцианов среднее значение у гибридов составило 562,47 мг/100 г скп.

На основании полученных данных биохимического анализа формы были разделены на три группы по накоплению антоцианов в кожице плода. Первая группа характеризуется высоким накоплением антоцианов (свыше 1 000 мг/100 г скп), вторая – средним (от 400 до 1 000), третья – низким (до 400 мг/100 г скп).

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

Таблица 2 – Биохимический состав, степень доминирования и значение эффекта гетерозиса признаков накопления каротинов у гибридов F₁ томата

Образец		Содержание каротина, мг/100 г смп	Истинный гетерозис, %	Степень доминирования
F1	1Б	4,87		
♀	Линия 21-22	8,60	-43,37	-0,74
♂	Линия 21-2	4,31		
F1	2Б	1,27		
♀	Линия 21-22	8,60	-85,23	-2,25
♂	Линия 21-3	4,09		
F1	3Б	6,56		
♀	Линия 21-22	8,60	-23,72	0,06
♂	Линия 21-14	4,25		
F1	4Б	5,95		
♀	Линия 21-22	8,60	-30,81	-0,52
♂	Линия ТХ-144	5,12		
F1	5Б	7,84		
♀	Линия 21-26	21,19	-63,00	-0,58
♂	Линия 21-2	4,31		
F1	6Б	5,83		
♀	Линия 21-26	21,19	-72,49	-0,80
♂	Линия 21-3	4,09		
F1	7Б	8,56		
♀	Линия 21-26	21,19	-59,60	-0,49
♂	Линия 21-14	4,25		
F1	8Б	6,42		
♀	Линия 21-26	21,19	-69,70	-0,84
♂	Линия ТХ-144	5,12		
F1	9Б	2,84		
♀	Линия 21-27	5,82	-51,20	-2,95
♂	Линия 21-2	4,31		
F1	10Б	2,68		
♀	Линия 21-27	5,82	-72,85	-2,63
♂	Линия 21-3	4,09		
F1	11Б	1,79		
♀	Линия 21-27	5,82	-57,88	-2,44
♂	Линия 21-14	4,25		
F1	12Б	2,78		
♀	Линия 21-27	5,82	-52,23	-7,69
♂	Линия ТХ-144	5,12		
F1	13Б	1,76		
♀	Линия 21-72	4,71	-62,63	-13,75
♂	Линия 21-2	4,31		
F1	14Б	3,09		
♀	Линия 21-72	4,71	-34,39	-4,23
♂	Линия 21-3	4,09		
F1	15Б	2,61		
♀	Линия 21-72	4,71	-44,59	-8,13
♂	Линия 21-14	4,25		
F1	16Б	4,30		
♀	Линия 21-72	4,71	-88,29	-1,05
♂	Линия ТХ-144	5,12		

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Продолжение таблицы 2

Образец		Содержание кароти- на, мг/100 г смп	Истинный гетерозис, %	Степень доминирования
F1	ИГЦ 1	6,31	-4,39	0,87
♀	Линия 1	2,00		
♂	Линия 2	6,60		
F1	ИГЦ 2	5,68	67,55	4,29
♀	Линия 1	2,00		
♂	Линия 3	3,39		
F1	ИГЦ 3	5,89	-26,28	0,30
♀	Линия 1	2,00		
♂	Линия 4	7,99		
F1	ИГЦ 4	1,07	-83,12	-1,43
♀	Линия 5	6,34		
♂	Линия 1	2,00		
F1	ИГЦ 5	2,66	-88,29	-1,05
♀	Линия 6	3,12		
♂	Линия 7	22,72		
F1	ИГЦ 6	3,54	13,46	1,88
♀	Линия 6	3,12		
♂	Линия 8	2,16		
F1	ИГЦ 9	3,63	-38,99	-2,54
♀	Линия 12	5,95		
♂	Линия 10	4,64		
F1	ИГЦ 10	3,14	-68,91	-0,78
♀	Линия 13	2,30		
♂	Линия 11	10,10		
F1	ИГЦ 11	2,03	-11,74	-2,86
♀	Линия 13	2,30		
♂	Линия 8	2,16		
F1	ИГЦ 12	5,10	-44,20	-0,16
♀	Линия 14	9,14		
♂	Линия 8	2,16		
F1	ИГЦ 13	5,11	-49,20	-9,40
♀	Линия 14	9,14		
♂	Линия 11	10,10		
F1	ИГЦ 14	3,09	-86,40	-0,97
♀	Линия 15	2,80		
♂	Линия 7	22,72		
F1	ИГЦ 15	3,21	-47,55	-0,47
♀	Линия 16	6,12		
♂	Линия 8	2,16		
F1	ИГЦ 16	4,65	66,07	6,78
♀	Линия 15	2,80		
♂	Линия 8	2,16		
F1	ИГЦ 17	4,25	-9,96	0,56
♀	Линия 17	2,58		
♂	Линия 18	4,72		
F1	ИГЦ 19	12,06	155,51	7,07
♀	Линия 18	4,72		
♂	Линия 13	2,30		

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

Окончание таблицы 2

Образец		Содержание каротина, мг/100 г смп	Истинный гетерозис, %	Степень доминирования
F1	ИГЦ 1(2)	3,91	-38,33	-1,43
♀	Линия 20	4,34		
♂	Линия 5	6,34		
F1	ИГЦ 2(2)	5,94	36,87	2,37
♀	Линия 20	4,34		
♂	Линия 1	2,00		
F1	ИГЦ 3(2)	4,10	-5,53	0,40
♀	Линия 20	4,34		
♂	Линия 21	3,54		
F1	ИГЦ 4(2)	3,49	-19,59	-1,13
♀	Линия 21	3,54		
♂	Линия 20	4,34		
F1	ИГЦ 5(2)	3,98	12,43	2,19
♀	Линия 21	3,54		
♂	Линия 15	2,80		
F1	ИГЦ 6(2)	6,73	-70,38	-0,77
♀	Линия 10	4,64		
♂	Линия 7	22,72		

Таблица 3 – Биохимический состав, степень доминирования и значение эффекта гетерозиса признаков накопления антоцианов у гибридов F₁ томата

Образец		Содержание антоцианов, мг/100 г скп	Истинный гетерозис, %	Степень доминирования
F1	1Б	154,88	-91,54	-1,24
♀	Линия 21-22	333,12		
♂	Линия 21-2	1 831,13		
F1	2Б	112,65	-93,61	-1,31
♀	Линия 21-22	333,12		
♂	Линия 21-3	1 764,18		
F1	3Б	654,90	-49,46	-0,33
♀	Линия 21-22	333,12		
♂	Линия 21-14	1 295,92		
F1	4Б	854,25	156,46	37,18
♀	Линия 21-22	333,12		
♂	Линия ТХ-144	304,31		
F1	5Б	465,35	-74,59	-0,69
♀	Линия 21-26	216,42		
♂	Линия 21-2	1 831,13		
F1	6Б	128,30	-92,73	-1,11
♀	Линия 21-26	216,42		
♂	Линия 21-3	1 764,18		
F1	7Б	232,31	-82,07	-0,97
♀	Линия 21-26	216,42		
♂	Линия 21-14	1 295,92		
F1	8Б	171,94	-43,50	-2,01
♀	Линия 21-26	216,42		
♂	Линия ТХ-144	304,31		
F1	9Б	261,12	-85,74	-0,93
♀	Линия 21-27	202,86		
♂	Линия 21-2	1 831,13		

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

Продолжение таблицы 3

Образец		Содержание антоцианов, мг/100 г скп	Истинный гетерозис, %	Степень доминирования
F1	10Б	371,09	-78,97	-0,78
♀	Линия 21-27	202,86		
♂	Линия 21-3	1 764,18		
F1	11Б	171,15	-86,79	-1,06
♀	Линия 21-27	202,86		
♂	Линия 21-14	1 295,92		
F1	12Б	132,80	-56,36	-2,38
♀	Линия 21-27	202,86		
♂	Линия ТХ-144	304,31		
F1	13Б	1 350,48	-26,61	-108,41
♀	Линия 21-72	1 840,08		
♂	Линия 21-2	1 831,13		
F1	14Б	1 489,18	-19,07	-8,25
♀	Линия 21-72	1 840,08		
♂	Линия 21-3	1 764,18		
F1	15Б	2 572,88	39,82	3,69
♀	Линия 21-72	1 840,08		
♂	Линия 21-14	1 295,92		
F1	16Б	1 225,45	-33,40	0,20
♀	Линия 21-72	1 840,08		
♂	Линия ТХ-144	304,31		
F1	ИГЦ 1	84,44	-95,22	-1,10
♀	Линия 1	1 767,31		
♂	Линия 2	167,01		
F1	ИГЦ 2	144,16	-91,84	-1,02
♀	Линия 1	1 767,31		
♂	Линия 3	164,18		
F1	ИГЦ 3	86,42	-95,11	-1,04
♀	Линия 1	1 767,31		
♂	Линия 4	120,59		
F1	ИГЦ 4	953,53	-46,05	0,01
♀	Линия 5	124,20		
♂	Линия 1	1 767,31		
F1	ИГЦ 5	303,80	-71,96	-1,07
♀	Линия 6	1 083,27		
♂	Линия 7	331,00		
F1	ИГЦ 6	2 217,70	-25,56	0,20
♀	Линия 6	1 083,27		
♂	Линия 8	2 979,26		
F1	ИГЦ 9	761,03	-58,36	-0,40
♀	Линия 12	305,21		
♂	Линия 10	1 827,61		
F1	ИГЦ 10	209,06	-38,25	-0,51
♀	Линия 13	166,60		
♂	Линия 11	338,58		
F1	ИГЦ 11	302,03	-89,86	-0,90
♀	Линия 13	166,60		
♂	Линия 8	2 979,26		

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

Окончание таблицы 3

Образец		Содержание антоцианов, мг/100 г скп	Истинный гетерозис, %	Степень доминирования
F1	ИГЦ 12	347,51		
♀	Линия 14	351,27	-88,34	-1,00
♂	Линия 8	2 979,26		
F1	ИГЦ 13	415,17		
♀	Линия 14	351,27	18,19	11,07
♂	Линия 11	338,58		
F1	ИГЦ 14	281,16		
♀	Линия 15	2 227,91	-87,38	-1,05
♂	Линия 7	331,00		
F1	ИГЦ 15	1 616,65		
♀	Линия 16	1 431,86	-45,30	-0,76
♂	Линия 8	2 979,26		
F1	ИГЦ 16	1 180,24		
♀	Линия 15	2 227,91	-60,38	-3,79
♂	Линия 8	2 979,26		
F1	ИГЦ 17	158,95		
♀	Линия 17	124,03	-92,28	-0,96
♂	Линия 18	2 059,87		
F1	ИГЦ 19	199,44		
♀	Линия 18	2 059,87	-90,32	-0,97
♂	Линия 13	166,60		
F1	ИГЦ 1(2)	619,56		
♀	Линия 20	94,80	398,84	34,70
♂	Линия 5	124,20		
F1	ИГЦ 2(2)	123,16		
♀	Линия 20	94,80	-93,03	-0,97
♂	Линия 1	1 767,31		
F1	ИГЦ 3(2)	168,09		
♀	Линия 20	94,80	77,31	4,81
♂	Линия 21	56,29		
F1	ИГЦ 4(2)	285,35		
♀	Линия 21	56,29	201,00	10,90
♂	Линия 20	94,80		
F1	ИГЦ 5(2)	112,47		
♀	Линия 21	56,29	-94,95	-0,95
♂	Линия 15	2 227,91		
F1	ИГЦ 6(2)	1 580,32		
♀	Линия 10	1 827,61	-13,53	0,67
♂	Линия 7	331,00		

Показано, что при наличии у линий генотипа с сочетанием аллелей *Ant1/Ant1//An2-Aft/An2-Aft//atv/atv* наблюдалось высокое накопление антоцианов в кожце плода (от 1 083,27 до 2 979,26 мг/100 г скп), генотипа с сочетанием аллелей *ant1/ant1//Myb75/Myb75//Atv/Atv* – низкое накопление антоцианов в кожце плода (от 56,29 до 333,12 мг/100 г скп).

Из 40 созданных гибридов 27 имели гены *Ant1*, *An2* в гетерозиготном состоянии (генотип *Ant1/ant1//An2-Aft/Myb75*). Биохимический анализ накопления антоцианов в кожце плодов показал, что накопление антоцианов в данном случае было низким (от 84,44 до 371,09 мг/100 г скп) либо средним (от 465,35 до 953,53 мг/100 г скп).

Анализ содержания антоцианов в мякоти подов показал, что у форм с аллелями *ant1* и *Myb75* в гомозиготном состоянии их количество составило в среднем 3,5 мг/100 г смп,

в то время как у образцов с гомозиготными аллелями *Ant1* и *An2-Aft* среднее количество антоцианов составило 5,6 мг/100 г смп, что на 62,4 % больше, чем в первом случае.

Полученные данные согласуются с исследованиями других авторов, что подтверждает действие данного комплекса генов на накопление антоцианов в кожице плода [6].

Биохимический анализ индивидуальных антоцианов методом ВЭЖХ показал, что у всех испытанных гибридов и их родительских форм преобладали три антоциана в различном сочетании: дельфинидин рутинозид глюкозид, петунидин рутинозид глюкозид, мальвидин рутинозид глюкозид. При этом дельфинидин рутинозид глюкозид присутствовал у всех проанализированных родительских форм и 39 гибридов вне зависимости от аллельного состава генов.

В результате анализа общего содержания каротинов установлено, что у форм с различным сочетанием аллелей генов, определяющих накопление каротиноидов, максимальное накопление данных соединений наблюдалось у образцов с генотипами *CRTISO/t//B/b//hp-2^{dg}/DET1* и *CRTISO/CRTISO//B/B//hp-2^{dg}/hp-2^{dg}*. Количество каротинов варьировало от 4,87 до 21,19 мг/100 г смп у гибрида 1Б (Линия 21-22×Линия 21-2) (*CRTISO/t//B/b//hp-2^{dg}/DET1//Ant1/ant1//An2-Aft/Myb75*) и у Линии 21-26 (*CRTISO/CRTISO//B/B//hp-2^{dg}/hp-2^{dg}//ant1/ant1//Myb75/Myb75*) соответственно.

Изучено влияние аллелей *U*, *U-del52* и *u* гена *GLK2* на накопление каротинов в плодах томата. Высокое накопление каротинов наблюдалось у форм с генотипами *CRTISO/CRTISO//b/b//U-del52/U-del52* и *CRTISO/CRTISO//b/b//U/U*. Количество каротинов варьировало от 4,09 до 9,14 мг/100 г смп у Линии 21-3 (*CRTISO/CRTISO//b/b//U-del52/U-del52//Ant1/Ant1//An2-Aft/An2-Aft*) и у Линии 14 (*CRTISO/CRTISO//b/b//U/U//ant1/ant1//Myb75/Myb75//Atv/Atv*) соответственно. Увеличение количества каротинов связано с наличием у формы Линия 14 аллеля *U*, а также присутствием рецессивных аллелей комплекса генов *R2R3 Myb TF*, обеспечивающих низкий синтез антоцианов в плодах. Присутствие в генотипе аллеля *u* гена *GLK2* в гомозиготном состоянии (Линия 21 – 3,54 мг/100 г смп), а также гетерозиготных аллелей *u/U-del52* приводит к низкому накоплению пигментов в плодах (гибриды ИГЦ3(2) и ИГЦ4(2) – 4,10 и 3,49 мг/100 г смп соответственно). Эти данные подтверждают действие аллелей *U*, *U-del52* и *u* на общее накопление пигментов в плодах томата [7].

При анализе основных биохимических признаков полученных гибридов первого поколения было изучено проявление истинного и гипотетического гетерозиса по признакам «общее накопление каротинов» и «общее накопление антоцианов». В процессе анализа гибридов первого поколения по признаку «общее накопление каротинов» из 38 комбинаций скрещивания гипотетический гетерозис характерен для 13 гибридов F_1 (34,2 %). Истинный гетерозис характерен для 6 из 38 гибридов F_1 (15,8 %) и варьирует от 12,43 % у гибрида ИГЦ5(2) (*CRTISO/CRTISO//b/b//Y/Y//Ant1/ant1//Myb75/An2-Aft//U/u//Atv/atv*) до 155,51 % у гибрида ИГЦ19 (*CRTISO/CRTISO//b/b//y/y//Ant1/ant1//Myb75/An2-Aft//u/U-del52//Atv/atv*). Наибольшее значение степени доминирования ($H_p = 6,78$) выявлено в комбинации ИГЦ16 (*CRTISO/CRTISO//b/b//Y/y//Ant1/Ant1//An2-Aft/An2-Aft//U/U-del52//atv/atv*), истинный гетерозис составил 66,07 %, гипотетический – 21,88 % (см. табл. 2).

В процессе анализа гибридов F_1 по признаку «общее накопление антоцианов» из 38 комбинаций скрещивания гипотетический гетерозис характерен для 10 гибридов F_1 (26,3 %). Истинный гетерозис характерен для 6 из 38 гибридов F_1 (15,8 %) и варьирует от 18,19 % у гибрида ИГЦ13 (*CRTISO/CRTISO//b/b//Y/y//ant1/ant1//Myb75/Myb75//U/U//Atv/atv*) до 398,84 % у гибрида ИГЦ1(2) (*t/t//b/b//Y/y//Ant1/ant1//Myb75/An2-Aft//U-del52//U//Atv/Atv*). Наибольшее значение степени доминирования ($H_p = 37,18$) выявлено в комбинации 4Б (*CRTISO/CRTISO//B/b//ant1/ant1//Myb75/Myb75//hp-2^{dg}/DET1*), истинный гетерозис составил 156,46 %, гипотетический – 42,01 % (см. табл. 3).

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

Общий характер проявления признаков накопления каротинов и антоцианов у гибридов F_1 представлен в таблице 4. У шести гибридов с положительным гетерозисом по накоплению изучаемых пигментов родители имели низкие значения признака. Было установлено, что у большинства гибридных комбинаций происходит наследование биохимических признаков по типу неполного доминирования (42,1 % для признака «общее накопление каротинов» и 44,7 % для признака «общее накопление антоцианов») и доминирования в сторону уменьшения признака (42,1 % для признака «общее накопление каротинов» и 39,5 % для признака «общее накопление антоцианов»), что нужно учитывать при выборе родительских форм для получения гибридов с высоким содержанием каротиноидов и антоцианов в плодах.

Выделены образцы, перспективные для селекции томатов, с комплексом аллелей (*U*, *hp-2^{ds}*, *y*), повышающих общее накопление каротинов наряду с основными аллелями генов *NSY*, *CRTISO* (Линия 21-22, Линия 14, Линия 21-26, Линия 2, Линия 4, Линия 11, Линия 7) и аллелями, определяющими накопление антоцианов – *Y*, *Ant1*, *An2-Aft*, *atv* (Линия 21-72, Линия 6, Линия 15, Линия 10, Линия 8). Лучшими гибридами по биохимическому составу были: ИГЦ 6(2), ИГЦ 16, 16Б с оптимальным соотношением каротинов и антоцианов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования показано накопление каротинов и антоцианов в плодах томата при различных комбинациях аллелей генов, отвечающих за биосинтез и регуляцию данных веществ.

Максимальное накопление каротинов наблюдалось у образцов при наличии в генотипе аллелей *hp-2^{ds}/hp-2^{ds}//y/y//U/U* в присутствии различных аллелей генов каротиноидной изомеразы (*CRTISO/tangerine*) и хромопластспецифической ликопин- β -циклазы (*Beta/beta*). Количество каротинов при этом варьировало от 4,09 до 21,19 мг/100 г сырой массы плода.

Присутствие в генотипе комбинации аллелей генов комплекса R2R3 и R3 MYB транскрипционных факторов *Y/Y//Ant1/Ant1//An2-Aft/An2-Aft//atv/atv* приводит к повышенному накоплению антоцианов в кожице плода – от 1 083,27 до 2 979,26 мг/100 г. При наличии у линий в генотипе аллелей *y/y//ant1/ant1//Myb75/Myb75//Atv/Atv* наблюдается низкое накопление антоцианов в кожице плода – от 56,29 до 333,12 мг/100 г.

Установлено, что у большинства гибридных комбинаций происходит наследование биохимических признаков «общее накопление каротинов» и «общее накопление антоцианов» по типу неполного доминирования (42,1 и 44,7 % соответственно) и доминирования в сторону уменьшения признака (42,1 и 39,5 % соответственно).

Таблица 4 – Особенности характера наследования признаков накопления каротинов и антоцианов у гибридов F_1

Признак	Процент гибридов F_1 , проявляющих признак			Гипотетический гетерозис
	доминирование в сторону уменьшения признака $H_p < -1$	неполное доминирование $-1 \leq H_p \leq 1$	доминирование в сторону увеличения признака (истинный гетерозис) $H_p > 1$	
Общее накопление каротинов, %	42,1	42,1	15,8	34,2
Общее накопление антоцианов, %	39,5	44,7	15,8	26,3

Выделены ценные образцы, перспективные для использования в качестве материала для селекции томатов на высокое биохимическое качество плодов.

Список литературы

1. Технология маркер-сопутствующего отбора форм томата с высокими биохимическими и технологическими свойствами плодов : методические рекомендации / М-во сельского хоз-ва и прод. Респ. Беларусь; Нац. акад. наук Беларуси; Ин-т генетики и цитологии Нац. акад. наук Беларуси ; сост.: О. Г. Бабак [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2023. – 74 с.
2. Межгосударственный стандарт. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения каротина : ГОСТ 8756.22-80; введ. 01.01.1981. – М. : Стандартинформ, 2010. – 6 с.
3. Аронии черноплодной свежие плоды (*Aronia melanocarpae* recens fructus) // Ин-т фармакопеи и стандартизации в сфере обращения лекарственных средств. – 2015. – URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-13/2/2-5/2-5-2/aronii-chnorplodnoy-svezhie-plody-aroniae-melanocarpae-recens-fructus/> (дата обращения: 15.12.2021).
4. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз) / А. А. Жученко. – Кишинев : Штиинца, 1980. – С. 170–175.
5. Разработка молекулярных маркеров накопления антоцианов в плодах и изучение особенностей взаимодействия генов *Ant1*, *An2* и *Atv* у *Solanum lycopersicum* / О. Г. Бабак, Е. В. Дрозд, Н. А. Некрашевич [и др.] // Молекулярная и прикладная генетика. – 2024. – Т. 36. – С. 7–23.
6. Anthocyanin Biosynthesis and Degradation Mechanisms in *Solanaceous* Vegetables: A Review / Y. Liu, Y. Tikunov, R. E. Schouten [et al.] // Front Chem. – 2018. – № 6, iss. 52. – P. 11–17.
7. Новый аллель гена *Golden 2-Like*, его фенотипическое проявление и селекционное значение у *Solanum lycopersicum* / О. Г. Бабак, Е. В. Дрозд, Н. А. Некрашевич [и др.] // Молекулярная и прикладная генетика. – 2023. – Т. 34. – С. 19–29.

Поступила в редакцию 10.12.2024 г.

O. G. BABAK, E. V. DROZD, N. V. ANISIMOVA,
N. A. MARTINOVSKAYA, K. K. YATSEVICH, O. G. SOVASTEY,
I. G. PUGACHEVA, M. M. DOBRODKIN, A. V. KILCHEVSKIY

BIOCHEMICAL ANALYSIS OF F₁ HYBRID FRUITS OF *SOLANUM LYCOPERSICUM* L. WITH A SET OF ALLELES DETERMINING HIGH ACCUMULATION OF CAROTENOIDS AND ANTHOCYANINS

SUMMARY

Using HPLC and spectrophotometry methods, the concentrations of carotenoids and anthocyanins were determined for various combinations of gene alleles responsible for the biosynthesis of these compounds. Maximum carotenoid accumulation (up to 21.19 mg/100 g of fruit) was observed in samples with allele combinations *B/hp-2^{ds}/U* and *t/b/y/U* in their genotypes. High anthocyanin accumulation (up to 2 979.26 mg/100 g of skin) was recorded in genotypes carrying the alleles *Y/Ant1/An2-Aft/atv*. In most F₁ hybrids, the inheritance of the traits «total carotenoid accumulation» and «total anthocyanin accumulation» exhibited incomplete dominance and dominance toward a reduced trait value. Selected samples can be used as material for breeding tomatoes with high biochemical fruit quality.

Key words: *Solanum lycopersicum*; biochemical composition of fruits; carotenoids; anthocyanins; heterosis; degree of dominance.

УДК 635.21:631.524.86:631.527.8

Д. В. Башко¹, научный сотрудник

В. А. Козлов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий лабораторией генетики картофеля

Г. М. Головенчик², студентка

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

² Учреждение образования «Белорусская государственная орденов
Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия», г. Горки, Могилевская область

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДНК-МАРКЕРОВ В ПОИСКЕ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ К *GLOBODERA* *ROSTOCHIENSIS* И *GLOBODERA PALLIDA* СРЕДИ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

*Представлены результаты молекулярного скрининга межвидовых гибридов картофеля на наличие генов устойчивости к картофельным цистообразующим нематодам – *Globodera rostochiensis* и *Globodera pallida*. Выделены межвидовые гибриды 33гу15-1, 17а-10-17-6, 1821-2, 72-17-19, 01818-12, полученные на основе диких видов картофеля, и рекомендованы для селекции нематодоустойчивых сортов.*

Ключевые слова: картофель; ПЦР; ДНК-маркер; ген; устойчивость; межвидовой гибрид; золотистая картофельная нематода; бледная картофельная нематода.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель принадлежит к сельскохозяйственным культурам многоцелевого назначения: его можно использовать как в свежем виде, так и для переработки на фри, пюре, спирт, чипсы и т. д. Клубни картофеля широко используются для кормления сельскохозяйственных животных. Для населения нашей страны картофель является незаменимым, ценным и доступным продуктом питания, в связи с чем его называют вторым хлебом. Потребление картофеля в нашей стране остается довольно высоким, так как на душу населения приходится примерно 163 кг в год [1]. В клубнях картофеля имеются столь необходимые для человека усвояемые углеводы, многие витамины, все незаменимые аминокислоты, различные органические кислоты и минеральные соли [2].

Большой ущерб картофелеводству наносят цистообразующие нематоды двух видов: золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Belirens и бледная картофельная нематода *Globodera pallida* (Stone) Belirens. Вид *Globodera rostochiensis* имеет пять патотипов (Ro1-Ro5). Вид *Globodera pallida* имеет три патотипа (Pa, Pa2/Pa3). Из-за их потенциального воздействия на рост, развитие и урожайность картофеля они включены в список карантинных возбудителей во многих странах [3, 4].

В Беларуси зарегистрирована только золотистая картофельная нематода. Оба вида нематоды являются объектами внутреннего и внешнего карантина. По данным Главной государственной инспекции по семеноводству, карантину и защите растений,

в настоящее время паразит широко распространен по всей стране в основном на приусадебных участках, где в течение многих лет картофель возделывается бессеменно. На территории Беларуси бледная картофельная нематода не выявлена, хотя повсеместно распространена на территории Европейского союза, и ввоз ее возможен с семенным материалом [5].

Картофельные цистообразующие нематоды (КЦН) являются одними из наиболее опасных вредителей картофеля. Потери урожая от КЦН ежегодно составляют до 9 %. Выделения цистообразующих нематод угнетают корневую систему. При высоком уровне заражения посадок КЦН до 40 % кустов картофеля могут вообще не завязывать клубни. Существенной проблемой является то, что КЦН способны сохраняться в почве в виде цист от 10 до 30 лет [6]. Прямая борьба с этими вредителями при помощи нематодицидов на всей пораженной площади по экономическим причинам невозможна. Необходима интегрированная система защиты, включающая ряд мероприятий по предохранению посадок картофеля от поражения нематодами [7].

Использование маркер-ассоциированной селекции позволяет выявлять источники устойчивости и проводить опережающую селекцию на устойчивость к *Globodera rostochiensis* и *Globodera pallida*. Маркер-ассоциированная селекция на устойчивость к нематоду особенно актуальна, так как традиционная селекция, основанная на лабораторно-полевом тестировании образцов картофеля, является достаточно затратным и трудоемким процессом, требующим годы испытаний. Молекулярные маркеры значительно ускоряют поиск селекционно-ценных генотипов, позволяющих существенно расширить выборку анализируемого материала и выявлять генотипы с комплексом генов устойчивости [8].

На сегодняшний день выявлены и картированы несколько доминантных генов устойчивости к картофельным цистообразующим нематодам. Ген *H1* обеспечивает устойчивость к патотипу Ro1 *Globodera rostochiensis*, впервые был выявлен в популяции *S. tuberosum* ssp. *andigenum*. Интрогрессия его в европейские сорта была успешной. В настоящее время используется в селекции картофеля как источник эффективной и доступной устойчивости к золотистой картофельной нематоду [6].

Геном, определяющим резистентность ко всем патотипам Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Ro5 *Globodera rostochiensis*, является *Gro1*, который интрогрессирован в сорта картофеля от гибрида культурного картофеля с диким видом *S. spigazzinii*. Последующие исследования установили, что данный локус состоит из нескольких генов, и лишь для *Gro1-4* достоверно подтверждена устойчивость к патотипу Ro1 *Globodera rostochiensis* [6].

Ген *Gpa2*, детерминирующий устойчивость к бледной картофельной нематоду *Globodera pallida*, происходит также от культурного *S. tuberosum* ssp. *andigenum*. Опасность данного вида нематод заключается в том, что они способны преодолевать этот доминантный ген устойчивости [9].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Молекулярный анализ проводили в 2023 г. Для скрининга использовали 20 межвидовых гибридов, созданных в лаборатории генетики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодородию».

Выделение геномной ДНК из клубней картофеля осуществляли с помощью наборов реагентов для выделения ДНК «АртДНК MiniSpin» фирмы «АртБиоТех» (Республика

Беларусь) согласно протоколу производителя [10]. Для определения качества матрицы ДНК и правильности проведения амплификации использовали внутренний положительный контроль в виде ВСН-маркера, амплифицирующий консервативный участок бета-каротингидроксилазы.

ПЦР-реакции проводили на амплификаторах Veriti (Applied Biosystems, США) и Thermal Cycler (BioRad, США). Визуализацию продуктов амплификации осуществляли разделением в 2 % агарозном геле, окрашенном бромистым этидием, с последующей регистрацией результатов с помощью оборудования системы гель-документирования DOC-PRINT-VX2 (Германия) в ультрафиолетовом свете.

При приготовлении реакционной смеси объемом 25 мкл использовали готовую смесь для ПЦР-анализа Quick-load Taq 2X Master Mix (ОДО «Праймтех», Республика Беларусь), соответствующие праймеры (прямой и обратный), матрицу ДНК и деионизированную воду в количестве, необходимом до конечного объема смеси. В состав Quick-load Taq 2X Master Mix входят 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 [11]. Протоколы амплификации и последовательность нуклеотидов в праймерах использовали из литературных источников, представленных в таблице 1.

Использованные в работе праймеры синтезированы в ОДО «Праймтех» (Республика Беларусь).

Для определения устойчивости к *Globodera rostochiensis* использовали SCAR-маркеры N146₅₀₆, N195₃₃₇, 57R₄₅₀ и TG689 для идентификации гена *HI*, SCAR-маркер Gro1-4₆₀₂, сцепленный с геном *Gro1-4*.

Для определения устойчивости к *Globodera pallida* использовали STS-маркеры Gra2-2₄₅₂ и Gra2-1₁₁₂₀ для идентификации гена *Gpa2*.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам исследования было установлено, что ДНК-маркеры на гены устойчивости дают различную частоту встречаемости в выборке. Из исследуемой выборки лишь у одного образца не определен ДНК-маркер TG689 (табл. 2).

Три SCAR-маркера N146₅₀₆, N195₃₃₇ и 57R₄₅₀ на ген устойчивости *HI* показывают различную между собой частоту встречаемости – 75, 70 и 55 % соответственно. Со значительно меньшей частотой встречаемости (40 %) определен SCAR-маркер Gro1-4₆₀₂. STS-маркер Gra2-2₄₅₂ в наших исследуемых ранее образцах отличался всегда низкой частотой встречаемости в выборке. В данной работе она составила 25 %, что заметно ниже среднего. И лишь у трех образцов был определен искомый диагностический фрагмент 1 120 п. н. STS-маркера Gra2-1, что свидетельствует о высокой ценности селекционного материала, несущего этот ген.

Выделен образец **33gy15-1** с полным комплексом исследуемых ДНК-маркеров на гены устойчивости. Два межвидовых гибрида **17a-10-17-6** и **1821-2** характеризуются наличием шести молекулярных маркеров на гены устойчивости. Комплекс из пяти ДНК-маркеров на гены устойчивости несут в себе два исследуемых образца – **72-17-19** и **01818-12**. Семь межвидовых гибридов (44-17-4, 72-17-2, 80ум17-6, 01813-7, 1803-6, 1835-7 и 76ум18-3) характеризуются наличием четырех ДНК-маркеров на гены устойчивости. Остальные межвидовые гибриды в выборке характеризуются наличием трех и менее искомым ДНК-маркеров на гены устойчивости.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Таблица 1 – Характеристика ДНК-маркеров на гены устойчивости к золотистой и бледной картофельным нематодам, использованных в работе

ПШР	Маркер (тип/ген)	Нуклеотидная последовательность праймеров (5'→3')	Размер (п. н.)	Условия ПШР
Мультиплексная ПШР № 1	N146 (SCAR/ген <i>HI1</i>)	F: AAGCTCTTGCCSTAAGTGCTC R: AGCGGAACATGCCCATG	506	10 мин – 94 °С; далее 35 циклов: 30 с – 94 °С, 30 с – 60 °С, 1 мин – 72 °С и фин. элонг. 5 мин – 72 °С [12]
	N195 (SCAR/ген <i>HI1</i>)	F: TGGAAATGGCACCCACATA R: CATCATGGTTTCACTTGTCSAC	337	
	Gra2-2 (STS/ген <i>Gra2</i>)	F: GCACCTTAGAGACATCTCCA R: ACAGATTGTTGGCAGCGAAA	290	
Мультиплексная ПШР № 2	57R (SCAR/ген <i>HI1</i>)	F: TGCCTGCCTCTCCGATTTCT R: GGTTCSAGSAAAAGCAAGGACGTG	450	10 мин – 95 °С; далее 30 циклов: 45 с – 95 °С, 45 с – 63 °С, 45 с – 72 °С и фин. элонг. 10 мин – 72 °С [13]
	BCH (SCAR/ген <i>BCH</i>)	F: CATGACATAAGTTTGAATTTGAGTIC R: GCTTTGGCGCTGCCGTLAAGTT	290	
Мультиплексная ПШР № 3	Gro1-4 (SCAR/ген <i>Gro1-4</i>)	F: TCTTTGGAGATACTGATTTCTCA R: CGACCTAAAATGA AAAAGCATCT	602	3 мин – 94 °С; далее 35 циклов: 45 с – 92 °С, 45 с – 58 °С, 1 мин – 72 °С и фин. элонг. 10 мин – 72 °С [14, 15]
	TG689 (SCAR/ген <i>HI1</i>)	F: TAAAACTCTTGGTTATAGCCTAT R: CAATAGAAATGTTGTTTCAACCAA	141	
	Gra2-1 (STS/ген <i>Gra2</i>)	F: TTTAGCACGGAAATGTTGGGGA R: GTTTCCCSATCAAAAACATCASC	1 120	
Мультиплексная ПШР № 4	BCH (SCAR/ген <i>BCH</i>)	F: CATGACATAAGTTTGAATTTGAGTIC R: GCTTTGGCGCTGCCGTLAAGTT	290	10 мин – 94 °С; далее 35 циклов: 30 с – 94 °С, 30 с – 60 °С, 1 мин – 72 °С и фин. элонг. 5 мин – 72 °С [12]

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

Таблица 2 – Результаты молекулярного скрининга ДНК-маркеров на гены устойчивости у межвидовых гибридов картофеля

Образец	ДНК-маркер						
	N146	N195	57R	TG689	Gro1-4	Gpa2-2	Gpa2-1
217.72-11	–	–	–	+	–	–	–
217.135-3	–	–	–	+	+	–	–
218.97-1	+	+	–	+	–	–	–
44-17-4	+	+	+	+	–	–	–
55-17-4	+	–	+	+	–	–	–
72-17-2	+	+	+	+	–	–	–
72-17-19	+	+	–	+	+	+	–
17a-10-17-6	+	+	+	+	–	+	+
4ум17-22	–	–	–	+	+	–	–
13ум518-8	–	–	–	+	+	+	–
30ум18-4	–	–	–	+	–	–	–
33гу15-1	+	+	+	+	+	+	+
80ум17-6	+	+	+	+	–	–	–
195ya17-6	+	+	–	+	–	–	–
01813-7	+	+	–	+	+	–	–
01818-12	+	+	+	+	+	–	–
1803-6	+	+	+	+	–	–	–
1821-2	+	+	+	+	–	+	+
1835-7	+	+	+	+	–	–	–
76ум18-3	+	+	+	–	+	–	–
Частота встречаемости, количество	15	14	11	19	8	5	3
Частота встречаемости, %	75	70	55	95	40	25	15

Примечание. «+» – маркер выявлен, «–» – маркер не выявлен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что частота выявления ДНК-маркеров генов устойчивости к картофельным цистообразующим нематодам была различной.

На основе молекулярного скрининга для селекции нематодоустойчивых сортов рекомендуется использовать межвидовые гибриды 33гу15-1, 17a-10-17-6, 1821-2, 72-17-19 и 01818-12 с генами устойчивости к *Globodera rostochiensis* и *Globodera pallida*.

Список литературы

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь : стат. буклет. – Минск : Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2023. – 35 с.
2. Параметры и режимы работы устройства для декапитации картофеля / Б. А. Бицоев, И. Н. Гаспарян, А. Г. Левшин, С. В. Щиголев. – М. : Изд-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2021. – 112 с.
3. Поиск источников устойчивости к *Globodera pallida* и PVX в коллекции отечественных сортов картофеля с использованием молекулярных маркеров / Н. С. Клименко, Т. А. Гавриленко, Л. И. Костина [и др.] // Биотехнология и селекция растений. – 2019. – Т. 2. – № 1. – С. 42–48.
4. Газданова, И. О. Устойчивость картофеля к *Globodera rostochiensis* и *Globodera pallida* с использованием молекулярных маркеров / И. О. Газданова, Н. Н. Догузова // Нива Поволжья. – 2023. – № 3 (67). – С. 1001.

5. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадыев, Г. К. Журомский. – Минск : Белпринт, 2005. – 696 с.
6. Межвидовая гибридизация в селекции картофеля / А. П. Ермишин [и др.] ; науч. ред. А. П. Ермишин ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т генетики и цитологии. – Минск : Беларус. навука, 2021. – С. 99–111.
7. Картофель / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер [и др.] ; под ред. Д. Шпаара. – 2-е изд., дораб. и доп. – Торжок : ООО «Вариант», 2004. – 466 с.
8. Применение молекулярных маркеров в селекции на устойчивость к картофельной цистообразующей нематоды / В. А. Бирюкова, И. В. Шмыгля, С. Б. Абросимова [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2017. – Т. 178. – Вып. 1. – С. 92–103.
9. Устойчивость картофеля к карантинным болезням / А. В. Хютти, О. Ю. Антонова, Н. В. Мироненко [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – Т. 21. – Вып. 1. – С. 51–61.
10. Реагенты для выделения нуклеиновых кислот «АртСпин» // АртБиоТех. – URL: <https://qpcr.by/reagenty-dlya-vydeleniya-artspin/> (дата обращения: 29.04.2024).
11. ОДО «Праймтех» : [сайт]. – URL: <http://primetech.by/instrukcii-po-ispolzovaniyu> (дата обращения: 29.04.2024).
12. DNA marker-assisted evaluation of potato genotypes for potential resistance to potato cyst nematode pathotypes not yet invading into Japan / K. Asano, A. Kobayashi, S. Tsuda [et al.] // Breeding Sci. – 2012. – Vol. 62, № 2. – P. 142–150.
13. Evaluation and implementation of a potential diagnostic molecular marker for *H1*-conferred potato cyst nematode resistance in potato (*Solanum tuberosum* L.) / L. Schultz, N. O. I. Cogan, K. McLean [et al.] // Plant Breed. – 2012. – Vol. 131. – P. 315–321.
14. Marker assisted combination of major genes for pathogen resistance in potato / C. Gebhardt, D. Bellin, H. Henselewski [et al.] // Theor. Appl. Genet. – 2006. – № 8. – P. 1458–1464.
15. Mori, K. Germplasm release Saikai 35, a male and female fertile breeding line carrying *Solanum Phureja*-derived cytoplasm and potato cyst nematode resistance (*H1*) and potato virus Y resistance (*Ry_{chc}*) genes / K. Mori, N. Mukojima, T. Nakao [et al.] // Am. J. Pot. Res. – 2012. – Vol. 89. – P. 63–72.

Поступила в редакцию 03.12.2024 г.

D. V. BASHKO, V. A. KOZLOV, G. M. GOLOVENCHIK

USING DNA MARKERS TO IDENTIFY SOURCES OF RESISTANCE TO *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* AND *GLOBODERA PALLIDA* AMONG INTERSPECIFIC POTATO HYBRIDS

SUMMARY

The results of molecular screening of interspecific potato hybrids for resistance genes against potato cyst nematodes – Globodera rostochiensis and Globodera pallida are presented. Interspecific hybrids 33zy15-1, 17a-10-17-6, 1821-2, 72-17-19, and 01818-12, derived from wild potato species, were identified and recommended for breeding nematode-resistant varieties.

Key words: potato; PCR; DNA marker; gene; resistance; interspecific hybrid; golden potato cyst nematode; pale potato cyst nematode.

УДК 635.21:631.524.86:631.527.8

Д. В. Башко, научный сотрудник

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

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

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ АЛЬТЕРНАРИОЗА КАРТОФЕЛЯ В БРЕСТСКОЙ И ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИДОСПЕЦИФИЧНЫХ ДНК-МАРКЕРОВ

РЕЗЮМЕ

*Представлены результаты изучения распространенности возбудителей альтернариоза картофеля в посадках Брестской и Гомельской областей на основе молекулярно-генетического скрининга с применением видоспецифичных ДНК-маркеров к *Alternaria alternata*, *Alternaria solani*, *Alternaria infectoria* и *Alternaria brassicae*.*

Ключевые слова: картофель; альтернариоз; ПЦР; ДНК-маркер; *Alternaria alternata*; *Alternaria solani*; *Alternaria infectoria*; *Alternaria brassicae*; Брестская и Гомельская области; Республика Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы наблюдается изменение климата в сторону потепления. В теплое сухое лето с частыми кратковременными дождями или ночными росами отмечается активное распространение в посадках картофеля возбудителей альтернариоза. Болезнь вызывается грибами рода *Alternaria*, относящимися к формальной группе анаморфные грибы [1]. Н. М. Зотеева и др. [2] с картофелем ассоциируют виды *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Alternaria arborescens* E.G. Simmons, *Alternaria grandis* E.G. Simmons, *Alternaria protenta* E.G. Simmons, *Alternaria solani* Sorauer и *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire. Л. Ю. Кокаева и др. [3] выявили в пораженных тканях листьев картофеля вид *Alternaria infectoria*.

Первыми симптомами альтернариоза являются поражения листьев, которые сначала проявляются в виде коричневых пятен с характерными концентрическими кольцами, что в конечном итоге приводит к серьезной дефолиации и значительной потере урожая [4]. Пятна могут достигать крупных размеров (иногда до 2 см в диаметре) [5]. Постепенно пораженная ткань некротизируется, пятна разрастаются вдоль жилок листьев в форме язычков или подтеков. Здоровая ткань долей желтеет и отмирает. При сильном поражении в период пониженной влажности больные листья закручиваются в форме лодочки, дольками вверх [6]. Развивается заболевание с нижнего яруса листьев, подвергающихся поражению грибом, и затем поднимается на вышележащие ярусы листьев растения [7].

Конидиеносцы формируются ночью при наличии влаги, а конидии – на следующий день, в засушливых условиях, после солнечной инсоляции. Распространяются конидии ветром, а также брызгами дождя и при поливе. Минимальная температура для развития альтернариоза – 7 °С и влажность порядка 70 %. Оптимальная температура для эпифитотийного развития болезни составляет 22–30 °С, влажность – 90–100 %. Развитие спороношения может происходить при смене влажных и засушливых периодов [7].

Проникновение в ткани хозяина осуществляется либо путем проникновения в раны, проникновения гиф между границами эпидермальных клеток через апрессорий, либо путем прямого проникновения в эпидермис с использованием ферментов, разрушающих клеточную стенку [4].

В Беларуси болезнь обнаруживается ежегодно. Степень развития альтернариоза определяется географическим положением района, почвенно-климатическими, погодными условиями и устойчивостью районированных сортов [8]. В последние годы в связи с потеплением климата наблюдается увеличение ареала и зон вредоносности альтернариоза как в Беларуси, так и за рубежом [9].

Вредоносность патогена проявляется в снижении урожая из-за уменьшения фотосинтетической поверхности листьев, в плесневении клубней и в загрязнении сельскохозяйственной продукции метаболитами гриба, которые могут являться фитотоксинами, микотоксинами, аллергенами или ферментами [1, 10]. Наиболее вредоносно заболевание при раннем появлении и высокой скорости развития в течение вегетационного периода [11]. В сельскохозяйственной продукции, зараженной видами *Alternaria*, может накапливаться значительное количество микотоксинов – грибных метаболитов, опасных для человека и животных. Конидии мелкоспоровых видов *Alternaria* – один из наиболее обильных аллергенов в воздухе на открытых пространствах и в помещениях. Споры *Alternaria* являются причиной аллергических реакций, ринитов и тяжелых обострений бронхиальной астмы, приводящих к смертельным исходам [5].

В среднем потери картофеля от альтернариоза составляют 20–30 %, однако при отсутствии химических обработок или в сочетании с другими болезнями могут достигать 70–80 % [2]. Альтернариоз может вызываться несколькими видами *Alternaria* на одном растении одновременно. Чаще всего они по симптомам неотличимы друг от друга и от некоторых других болезней. Поэтому зачастую при проведении мониторинга альтернариозов необходимо исследование в лабораторных условиях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Молекулярный анализ проводили в 2024 г. Для скрининга использовали ДНК из растительного материала картофеля 37 образцов, отобранного в посадках Брестской и Гомельской областей.

Выделение геномной ДНК из листовой пластины картофеля осуществляли с помощью набора реагентов для колоночного выделения нуклеиновых кислот «АртСпин» фирмы «АртБиоТех» (Республика Беларусь) согласно протоколу производителя с незначительными модификациями [12].

ПЦР-реакции проводили на амплификаторах Veriti (Applied Biosystems, США) и Thermal Cycler 2720 (Applied Biosystems, США). Визуализацию продуктов амплификации осуществляли разделением в 2 % агарозном геле, окрашенном бромистым этидием, с последующей регистрацией результатов с помощью оборудования системы геледокументирования DOC-PRINT-VX2 (Германия) в ультрафиолетовом свете.

При приготовлении реакционной смеси объемом 25 мкл использовали готовую смесь для ПЦР-анализа Quick-load Taq 2X Master Mix (ОДО «Праймтех», Республика Беларусь), соответствующие праймеры (прямой и обратный), матрицу ДНК и деионизированную воду в количестве, необходимом до конечного объема смеси. В состав Quick-load Taq 2X Master Mix входят 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 [13]. В работе применяли 7 пар видоспецифичных ДНК-маркеров. Протоколы амплификации и последовательность нуклеотидов в праймерах использовали из литературных источников, представленных в таблице 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенный нами молекулярно-генетический анализ ДНК, выделенной из листьев картофеля, позволил установить наличие возбудителей альтернариоза *Alternaria alternata*, *Alternaria solani*, *Alternaria infectoria* и *Alternaria brassicae* с различной частотой встречаемости (табл. 2).

Alternaria infectoria была обнаружена у 97 % образцов и показала наибольшую частоту встречаемости.

Специфичные для *Alternaria alternata* участки ДНК были отмечены в двух исследованных областях. Они присутствовали у 93 % изученных образцов листьев.

Видоспецифичные маркеры к виду *Alternaria brassicae* присутствовали в 84 % отобранных образцов. Наши предположения по высокому проценту распространенности на картофеле вида *A. brassicae*, паразитирующего на крестоцветных растениях, основаны на том, что частым предшественником картофеля является рапс. Мицелий, конидии, хламидоспоры альтернариоза зимуют в почве, в отмерших листьях, а также на семенах, которые могут сохраняться в почве и растительных остатках до двух лет и при благоприятных погодных условиях заражать картофель.

Крупноспоровый вид *Alternaria solani* выявлен у 16 % образцов и не был обнаружен в пробах, отобранных в Брестской области. Также видоспецифичный маркер к виду *A. solani* не выявлен в образцах из Гомельского, Жлобинского, Добрушского и Речицкого районов Гомельской области. Необходимо отметить, что, по данным В. Г. Иванюка и др. [8], в XX в. наибольшее распространение в Республике Беларусь имел именно вид *A. solani*, но в последнее время в связи с изменением климата наблюдается тенденция его снижения в видовом составе патогена, что и подтверждается нашими исследованиями.

Три исследуемых образца (Рогачевский район – 2 и Житковичский район – 1) отмечаются наличием 7 видоспецифичных ДНК-маркеров, использованных в работе.

Из 18 проб, отобранных в Брестской области, комплексы *A. alternata* + *A. brassicae* и *A. alternata* + *A. infectoria* отмечены у 15 образцов, а комплекс *A. brassicae* + *A. infectoria* – у 14 образцов. Совместное присутствие 3 видов *A. alternata* + *A. brassicae* + *A. infectoria* обнаружено у 13 проб.

В Гомельской области было отобрано 19 образцов с симптомами альтернариоза. Комплекс *A. alternata* + *A. solani* идентифицировали у 6 образцов, а *A. alternata* + *A. brassicae* и *A. brassicae* + *A. infectoria* – в 16 пробах. Наличие *A. alternata* + *A. infectoria* выявлено во всех исследуемых образцах. Совместное присутствие 3 видов *A. alternata* + *A. brassicae* + *A. infectoria* обнаружено в 16 пробах. Пять образцов характеризуются наличием совместного присутствия 4 видов *A. alternata* + *A. solani* + *A. brassicae* + *A. infectoria*.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Таблица 1 – Характеристика ДНК-маркеров для амплификации участков генома *Alternaria alternata*, *Alternaria solani*, *Alternaria infectoria* и *Alternaria brassicae*

Праймер	Последовательность (5'-3')	Специфичность	Размер целевого ампликона, п. н.	Условия отжига праймеров	Литературный источник
AAF2	TGC AAT CAG CGT CAG TAA САА АТ	<i>A. alternata</i>	340	65 °С, 40 с	
AAР3	АТG GAT GCT АGА ССТ ТТG СТG АТ				
Ain3F	СТC GAT GTС CGC CTC АGТ АG	<i>A. infectoria</i>	327	60 °С, 40 с	Ф. Б. Ганнибал [5]
Ain4R	GAG GAT АGС АСG GCT GGT АG				
ABCsens F	СТG GTG ААА АGГ ТТG CGA ТCG Т	<i>A. brassicae</i>	780	60 °С, 40 с	
ABCrev R	GTG АСТ ТТC АТG ААА ТGА САТ TGA ТG				
ABRE1 F	ААG GCG АGТ СТC CAG САА АСТ А				
ABRE3 R	TGA ААТ СТC ТCG АGА CGA CG		366	40 с	
ITS5	GGA АGТ ААА АGТ CGT ААC ААG G	<i>A. alternata</i>	505	50 °С, 40 с	
MR	GAC СТТ TGC TGA TAG АGА GTG				
ITS5	GGA АGТ ААА АGТ CGT ААC ААG G	<i>A. solani</i>	460	56 °С, 40 с	Л. Ю. Кокаева и др. [3]
SR	СТТ GGG GCT GGA АGА GAG CGC				
Inf. Pr	GAC ACC ССC CGC TGG GGC АСТ GC	<i>A. infectoria</i>	127	56 °С, 40 с	
Inf. Obr	GGT TGG ТСC TGA GGG CGG GCG А				

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

Таблица 2 – Встречаемость видов возбудителей альтернариоза на листьях картофеля по результатам молекулярно-генетического анализа

Образец	<i>A. alternata</i>		<i>A. solani</i>	<i>A. brassicae</i>			<i>A. infectoria</i>		Количество положительных маркеров
	ITS5 MR	AAF2 AAR3	ITS5 SR	ABRE1 F ABRE3 R	ABCsens F ABCrev R	Inf. Pr Inf. Obr	Ain3F Ain4R		
1. Ивацевичский	+	+	-	+	+	+	+	6	
2. Ивацевичский	+	+	-	+	-	+	+	5	
3. Ивацевичский	+	+	-	+	+	+	+	6	
4. Ивацевичский	+	+	-	+	+	+	+	6	
5. Ивацевичский	+	+	-	+	-	+	+	5	
6. Ивацевичский	+	+	-	+	+	+	+	6	
7. Ивацевичский	+	+	-	+	-	+	+	5	
8. Ивацевичский	+	-	-	+	-	+	+	4	
9. Ивацевичский	-	-	-	-	-	+	-	1	
10. Ивацевичский	+	+	-	+	-	+	+	5	
11. Пружанский	+	+	-	+	-	+	+	5	
12. Пружанский	+	+	-	-	-	+	+	4	
13. Пружанский	+	+	-	+	-	+	+	5	
14. Пружанский	+	+	-	+	+	+	+	6	
15. Пружанский	-	-	-	-	-	+	-	1	
16. Ивановский Д3	+	-	-	-	+	-	-	2	
17. Ивановский Д6	+	+	-	-	+	+	+	5	
18. Ивановский Д42	+	+	-	+	+	+	+	6	
19. Жлобинский Д43	+	+	-	-	+	+	+	5	
20. Жлобинский Д44	+	-	-	-	-	+	+	3	
21. Добрушский Д45	+	+	-	+	+	+	+	6	
22. Добрушский Д46	+	+	-	+	+	+	+	6	
23. Добрушский Д47	+	+	-	+	-	+	+	5	
24. Гомельский Д48	+	+	-	-	+	+	+	5	
25. Рогачевский Д49	+	+	+	-	-	+	+	5	
26. Рогачевский Д62	+	+	-	+	+	+	+	6	
27. Рогачевский Д63	+	+	+	+	+	+	+	7	
28. Рогачевский Д64	+	+	-	+	+	+	+	6	
29. Рогачевский Д65	+	+	+	+	+	+	+	7	
30. Житковичский Д50	+	+	-	+	+	+	+	6	
31. Житковичский Д51	+	+	-	-	+	+	+	5	
32. Житковичский Д57	+	+	+	+	+	+	+	7	
33. Речицкий Д52	+	+	-	+	+	+	+	6	
34. Речицкий Д53	+	+	-	+	+	+	+	6	
35. Мозырский Д54	+	+	+	+	-	+	+	6	
36. Мозырский Д55	+	+	+	+	-	+	+	6	
37. Мозырский Д56	+	+	-	-	-	+	+	4	
Частота встречаемости: маркера, количество	35	32	6	27	21	36	34	-	
маркера, %	93	86	16	73	57	97	92		
вида, %	93		16	84		97			

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате молекулярного скрининга установлено наличие возбудителей альтернариоза *Alternaria alternata*, *Alternaria solani*, *Alternaria infectoria* и *Alternaria brassicae* с различной частотой встречаемости на территории Гомельской области. На территории Брестской области также присутствовали все перечисленные возбудители болезни, за исключением *Alternaria solani*.

Наибольшую частоту встречаемости показал вид *Alternaria infectoria*, который выявлен у 97 % образцов. Специфичные для *Alternaria alternata* участки ДНК присутствовали у 93 % изученных образцов. Видоспецифичные маркеры к виду *Alternaria brassicae* идентифицировали в 84 % отобранных образцов. Крупноспорный вид *Alternaria solani* выявлен у 16 % образцов из Гомельской области.

Список литературы

1. Кривченко, О. А. Биологическое обоснование применения новых средств для защиты картофеля от вредителей и болезней на Северо-Западе Российской Федерации : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.07 / Кривченко Ольга Александровна ; Санкт-Петербургский гос. аграр. ун-т. – СПб., 2021. – 179 л.
2. Зотеева, Н. М. Устойчивость диких видов и гибридов картофеля к альтернариозу и фитофторозу / Н. М. Зотеева, В. В. Васипов, А. С. Орина // Вестник защиты растений. – 2020. – Т. 103. – Вып. 2. – С. 99–104.
3. Кокаева, Л. Ю. Распространение возбудителей альтернариоза картофеля и томата в Европейской части России / Л. Ю. Кокаева, А. Ф. Белосохов, С. Н. Еланский // Защита картофеля. – 2019. – № 1. – С. 9–13.
4. *Alternaria* diseases on potato and tomato / T. Schmey, C. S. Tominello-Ramirez, C. Brune, R. Stam // Molecular Plant Pathology. – 2024. – Vol. 25 (3). – DOI: 10.1111/mp.13435.
5. Ганнибал, Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria* : метод. пособие / Ф. Б. Ганнибал. – СПб. : ВНИИ защиты растений, 2011. – 71 с.
6. АГРОМОН: российская система для цифровизации агрономии : [сайт]. – URL: https://direct.farm/knowledge/plant/potato_disease_mycota/109 (дата обращения: 06.11.2024).
7. The Potato Crop / В. Adolf [et al.] ; ed.: Н. Campos, О. Ortiz. – Cham : Springer Nature Switzerland AG, 2020. – P. 318–325.
8. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск : Белпринт, 2005. – 696 с.
9. Смук, В. В. Изучение влияния минерального питания на развитие и вредоносность альтернариоза картофеля на Северо-Западе России / В. В. Смук, А. М. Шпанев // Агрехимический вестник. – 2020. – № 6. – С. 43–47.
10. Далинова, А. А. Грибы рода *Alternaria* как продуценты биологически активных соединений и биогербицидов (обзор) / А. А. Далинова, Д. Р. Салимова, А. О. Берестецкий // Прикладная биохимия и микробиология. – 2020. – № 3. – С. 223–241.
11. Полевая оценка устойчивости разных сортов картофеля раннего к альтернариозу в условиях Центрального региона / Н. Ф. Денискина [и др.]. – М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2023. – С. 85–90.
12. АртБиоТех : [сайт]. – URL: <https://qpcr.by/reagenty-dlya-vydeleniya-artspin/> (дата обращения: 29.04.2024).

13. Праймтех : [сайт]. – URL: <http://primetech.by/instrukcii-po-ispolzovaniyu> (дата обращения: 29.04.2024).

Поступила в редакцию 12.12.2024 г.

D. V. BASHKO, V. A. KOZLOV, A. V. CHASHINSKIY,
N. V. RUSSETSKIY

**STUDY OF THE DISTRIBUTION OF POTATO EARLY BLIGHT
PATHOGENS IN THE BREST AND GOMEL REGIONS USING
SPECIES-SPECIFIC DNA-MARKERS**

SUMMARY

*The results of studying the distribution of potato early blight pathogens in plantings of the Brest and Gomel regions are presented, based on molecular-genetic screening using species-specific DNA-markers for *Alternaria alternata*, *Alternaria solani*, *Alternaria infectoria*, and *Alternaria brassicae*.*

Key words: potato; early blight; PCR; DNA-marker; *Alternaria alternata*; *Alternaria solani*; *Alternaria infectoria*; *Alternaria brassicae*; Brest and Gomel regions; Republic of Belarus.

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

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

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

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ИСХОДНЫХ ЛИНИЙ *IN VITRO* РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТОВ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАФЕРОНА И АРПЕТОЛА

РЕЗЮМЕ

Установлено, что приживаемость эксплантов на среде с Арпетолом на 7,5 % выше, чем при добавлении Лаферона. Отмечена сортовая реакция на применение Лаферона. Наиболее толерантны к добавлению препарата оказались экспланты сорта Росинка, их приживаемость составила 95,0 %. На среде с добавлением Арпетола выявлено 92,5 % прижившихся эксплантов независимо от сорта.

*Добавление в среду для эксплантов Лаферона и Арпетола позволило получить растения *in vitro* сортов Универсал и Орбита с показателями оптической плотности в 18,3–67,0 раза ниже, чем значения исходных линий, выращенных на модифицированной среде Мурасиге-Скуга (МС) без добавления препаратов. Полученные значения оптической плотности позволяют предположить, что данные растения свободны от S-вируса картофеля.*

Ключевые слова: картофель; микрорастения *in vitro*; S-вирус картофеля; X-вирус картофеля; ИФА; Лаферон; Арпетол.

ВВЕДЕНИЕ

Успешное развитие картофелеводства невозможно без использования высококачественного семенного материала. Поэтому в комплексе мероприятий, обеспечивающих получение высоких и устойчивых урожаев у такой культуры, как картофель, большая роль принадлежит первичному семеноводству, где в результате применения специальных селекционно-семеноводческих методов и агротехнических приемов получают оригинальные семена картофеля с высокими урожайными и посевными качествами.

Низкое качество семенного материала – один из главных факторов, определяющих низкий уровень урожайности картофеля в отрасли картофелеводства республики. Опыт показывает, что в процессе размножения оздоровленных сортов в полевых условиях наблюдается быстрое накопление вирусной и бактериальной инфекций с каждой последующей репродукцией, что приводит к снижению продуктивности и ухудшению семенных качеств картофеля.

Первичное семеноводство включает поиск здорового семенного материала, определение количества выделяемых клонов и контроль их продуктивности, тестирование наличия патогенов в полевых условиях с последующей индексацией отобранных

клонов и проведенной на этой стадии дополнительной диагностикой. Схема отбора начинается в селекционных питомниках, где выделяются лучшие по морфотипу, урожайности и качеству клоны новых сортов и гибридов, которые в дальнейшем после диагностики методами ИФА и ПЦР вводятся в культуру *in vitro* [1].

В последнее десятилетие в Беларуси произошли существенные изменения в фитопатологической ситуации на картофеле. Вирусологическое состояние посадок картофеля характеризуется широким распространением X-, Y-, M-, S-, A-, F-, L-вирусов [2]. В безвирусном семеноводстве картофеля единственным эффективным способом получения здорового посадочного материала является метод оздоровления апикальной меристемой [3, 4].

Использование метода культуры ткани позволяет ускорить процесс размножения новых сортов, перспективных гибридов и обеспечить сортообновление востребованных отечественных сортов картофеля.

Получение полноценных материнских растений проходит в несколько этапов:

– начальный, при котором в первые несколько дней эксплантам приходится преодолевать посттравматический период и адаптироваться к питательной среде, после чего они трогаются в рост. На 8–10 день наблюдается позеленение и увеличение экспланта, рост и развитие длится примерно 3–4 недели, а затем рост замедляется;

– стимуляция ризогенеза и роста стебля. На этом этапе проростки пересаживают на свежую питательную среду, имеющую в своем составе набор компонентов, при этом удаляют образовавшуюся у основания проростка каллусную ткань, лишенную проводящей системы;

– заключительный – получение полноценных материнских растений *in vitro*. Образовавшиеся микрорастения пересаживают на соответствующую данному этапу питательную среду. Таким образом, полученные из эксплантов материнские растения *in vitro* завершают цикл перевода здоровых клонов в культуру ткани [5].

Однако существуют сложности при оздоровлении образцов картофеля методом апикальной меристемы. Большую проблему составляет выделяемый эксплант: маленькие меристемы считаются более чистым материалом от вирусов, но плохо регенерируют, 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, содержание которых не допускаются в исходном семенном материале. Концентрацию вирусов также можно снизить, обрабатывая их веществами, ингибирующими развитие вирусов [7].

Эффективность оздоровления картофеля повышается при комплексном применении метода апикальной меристемы с химиотерапией, с добавлением в питательную среду противовирусных препаратов, ферментов, влияющих на нуклеиновые кислоты (РНК-азы) [8, 9].

Выявление антивирусных препаратов с альтернативным механизмом действия остается весьма актуальным и практически значимым.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в отделе семеноводства картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодово-овощеводству».

Объектами изучения служили экспланты, выделенные из растений-индексов картофеля, содержащих вирусную инфекцию, для культивирования на питательных

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

средах МС; противовирусные препараты белорусского производства Арпетол и Лаферон. Исследования проводили по схеме, приведенной в таблице 1.

Диагностику на наличие вирусной инфекции выполняли в лаборатории иммунодиагностики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» согласно протоколам производителей наборов [10].

Так как препараты Лаферон и Арпетол распадаются при автоклавировании, добавление их в среду осуществляли послойно. При дальнейшем культивировании меристем на средах МС для укоренения и черенкования данные препараты не применяли.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2022 г. для проведения исследований по результатам иммуноферментного анализа растений-индексов картофеля было выделено 24 линии сортов Орбита, Универсал и Росинка, содержащих моно- и комбинированную из двух вирусов инфекцию (табл. 2).

Из растений-индексов картофеля были выделены экспланты для культивирования на питательных средах МС согласно схеме опыта (табл. 3).

В течение месяца после введения эксплантов в культуру ткани наблюдали активный их рост, но приживаемость не у всех была на высоком уровне. В момент пересадки на питательную среду для укоренения размер эксплантов составлял 7–10 мм. Некоторые из них были этиолированы (табл. 4).

При анализе результатов отмечено, что на среде с добавлением Арпетола количество прижившихся эксплантов составило 92,5 % независимо от сорта. Количество эксплантов, прижившихся на среде с добавлением Лаферона, различалось в зависимости от сорта. Наиболее толерантны к добавлению препарата оказались экспланты сорта Росинка – 95,0 %. У сорта Орбита приживаемость была на 7,4 % ниже, чем у сорта Росинка,

Таблица 1 – Схема исследования

Сорт	Вирусная инфекция	Среда МС	Препарат	
Орбита	X + S	Для эксплантов	Арпетол 0,05 мл/л	Лаферон 0,05 мл/л
Универсал	X			
Росинка	S			

Таблица 2 – Количество линий из растений-индексов картофеля, содержащих вирусную инфекцию

Сорт	Вирус	Количество линий, шт.	Оптическая плотность, ед.
Орбита	X + S	7	X 1,973–3,210; S 0,763–3,105
Универсал	X	7	0,264–2,182
Росинка	S	10	1,010–3,218
Итого		24	–

Таблица 3 – Количество эксплантов, выделенных из растений-индексов картофеля

Сорт	Вирус	Вариант		Общее количество эксплантов, шт.
		Лаферон	Арпетол	
Орбита	X + S	40	40	80
Универсал	S	40	40	80
Росинка	X	40	40	80
Итого		120	120	240

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

Таблица 4 – Приживаемость эксплантов при пересадке на питательную среду МС для укоренения

Сорт	Экспланты, полученные на среде МС с Лафероном, шт.	Количество проростков на среде МС для укоренения		Экспланты, полученные на среде МС с Арпетолом, шт.	Количество проростков на среде МС для укоренения	
		шт.	%		шт.	%
Орбита	40	35	87,6	40	37	92,5
Универсал	40	29	72,6	40	37	92,5
Росинка	40	38	95,0	40	37	92,5
Итого	120	102	85,0	120	111	92,5

а у сорта Универсал – на 22,4 %. Таким образом, приживаемость эксплантов по всем сортам на среде с Арпетолом была на 7,5 % выше, чем при добавлении Лаферона.

Через 30 дней культивирования на среде МС для укоренения была проведена пересадка образовавшихся микрорастений на питательную среду МС для черенкования (табл. 5).

После адаптации и пересадок было получено 206 растений *in vitro*, из них с добавлением препарата Лаферон 97 растений и 109 растений на среде с препаратом Арпетол, что в целом составляет 85,8 % от общего количества выделенных эксплантов. При этом из материала, полученного на среде с добавлением Арпетола, удалось получить на 10,0 % микрорастений больше, чем на среде с Лафероном. Стоит отметить, что у сорта Росинка из эксплантов варианта с Лафероном образовалось максимальное количество микрорастений по отношению к остальным вариантам опыта – 95,0 %, в то время как у сортов Орбита и Универсал потери составили 20,0 и 32,5 % соответственно. При добавлении Арпетола у сорта Универсал было получено на 2,5 % микрорастений больше по сравнению с другими сортами.

На основании результатов ИФА установлено, что добавление в среду для эксплантов Лаферона позволяет получить растения *in vitro* сортов Универсал и Орбита с показателями оптической плотности, указывающими, что они свободны от S-вируса картофеля. У сорта Универсал исходное значение составляло 0,264 ед. После получения микрорастений из эксплантов на среде с Лафероном значение оптической плотности снизилось в 3,2 раза до 0,083 ед. и соответствовало значению отрицательного контроля. У сорта Орбита исходные линии, от которых были получены чистые растения, имели значения 3,058; 1,606; 3,105 и 3,105 ед. В результате проведения ИФА данных микрорастений *in vitro* было установлено ингибирующее действие Лаферона по отношению к S-вирусу картофеля, подтвержденное снижением значений оптической плотности

Таблица 5 – Приживаемость микрорастений сортов Орбита, Универсал, Росинка при пересадке на питательную среду МС для черенкования

Сорт	Экспланты, полученные на среде МС с Лафероном, шт.	Количество проростков на среде МС для укоренения, шт.	Количество растений на среде МС для черенкования		Экспланты, полученные на среде МС с Арпетолом, шт.	Количество проростков на среде МС для укоренения, шт.	Количество растений на среде МС для черенкования	
			шт.	%			шт.	%
Орбита	40	35	32	80,0	40	37	36	90,0
Универсал	40	29	27	67,5	40	37	37	92,5
Росинка	40	38	38	95,0	40	37	36	90,0
Итого	120	102	97	80,8	120	111	109	90,8

в 24,7; 15,3; 37,9; 91,3 раза, которые составили 0,123; 0,105; 0,082; 0,034 ед. соответственно, что соответствовало < 2х (х – значение отрицательного контроля), то есть растения, свободные от S-вируса картофеля.

Добавление в среду для меристем Арпетола позволило получить свободное от вируса S растение сорта Универсал в линии с зараженностью 0,325 ед. и обеспечить снижение оптической плотности до 0,088 ед. У сорта Орбита свободные от вирусной инфекции растения были получены в пределах одной линии, которая имела исходные значения 2,886 ед. оптической плотности. Применение Арпетола позволило снизить данный показатель в 33,2; 70,4; 33,6 раза и на основании этого утверждать, что полученные растения картофеля, свободные от S-вируса.

Применение Арпетола и Лаферона в среде МС для эксплантов с целью снижения зараженности вирусом X картофеля не дало положительных результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Антивирусные препараты белорусского производства Лаферон и Арпетол, добавленные к питательной среде МС для эксплантов в концентрации 0,05 мл/л, могут быть рекомендованы для оздоровления от вируса S в культуре *in vitro*, что позволяет расширить диапазон отбора исходных клонов наиболее популярных и востребованных сортов картофеля в случае высокой зараженности для перевода в культуру ткани.

Список литературы

1. Технология производства исходного семенного материала картофеля / А. И. Адамова, С. А. Банадысев, А. О. Бобрик [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т картофелеводства. – Минск, 2002. – Вып. 11. – С. 187–225.
2. Блоцкая, Ж. В. Вирусные, виroidные и фитоплазменные болезни картофеля / Ж. В. Блоцкая. – Минск : Тэхналогія, 2000. – 120 с.
3. Анисимов, Б. В. Сортовые ресурсы семенного картофеля на российском рынке / Б. В. Анисимов, В. В. Тульчеев // Семеноводство картофеля в современных рыночных условиях : Межрег. науч.-практ. семинар. – Казань, 2004. – С. 1–6.
4. 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.
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. Оздоровление сортов картофеля с применением термотерапии микрорастений / Е. В. Овэс, Н. А. Гаитова, Н. А. Бойко [и др.] // Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований : сб. науч. тр. / ФГБНУ ВНИИКХ ; под ред. С. В. Жеворы. – М., 2015. – С. 143–148.
7. Климина, Е. В. Идентификация вирусов у растений картофеля методом ПЦР / Е. В. Климина // Вестник науки : междунар. журнал. – URL: <https://www.вестник-науки.рф> (дата обращения: 10.03.2022).
8. Банадысев, С. А. Организационно-методические и технологические основы семеноводства картофеля : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.05 / Банадысев Сергей Александрович ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2003. – 40 с.
9. Турко, С. А. Производство семенного картофеля в Республике Беларусь, перспективные направления развития системы семеноводства / С. А. Турко, В. И. Дударевич,

Г. И. Коновалова // Картофелеводство: результаты исследований, инновации, практический опыт : материалы науч.-практ. конф. и координ. совещания «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства» / сост. Б. В. Анисимов ; под ред. Е. А. Симакова. – М. : ГНУ ВНИИКХ им. А. Г. Лорха, 2008. – Т. 1. – С. 13–21.

10. Инструкция по применению иммуноферментного диагностического набора для определения вирусов картофеля / ФГБНУ ВНИИКХ. – Коренево, 2014. – 8 с.

Поступила в редакцию 03.12.2024 г.

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

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF OBTAINING INITIAL
IN VITRO LINES OF POTATO PLANTS OF BELARUSIAN
BREEDS THROUGH THE USE OF LAFERON AND ARPETOL**

SUMMARY

It was found that the survival rate of explants on a medium with Arpetol is 7.5 % higher than with the addition of Laferon. A varietal response to the use of Laferon was observed. Explants of the Rosinka variety proved to be the most tolerant to the addition of the preparation, with a survival rate of 95.0 %. On a medium with Arpetol, 92.5 % of the explants survived regardless of the variety.

The addition of Laferon and Arpetol to the explant medium made it possible to obtain in vitro plants of the Universal and Orbita varieties with optical density values 18.3–67.0 times lower than those of the original lines grown on a modified Murashige and Skoog (MS) medium without the preparations. The obtained optical density values suggest that these plants are free from potato PVS-virus.

Key words: potato; in vitro microplants; PVS; PVX; ELISA; Laferon; Arpetol.

УДК 631.52:631.523:635.63

В. Ф. Гороховский, доктор сельскохозяйственных наук,
заместитель директора

Е. А. Шуляк, Т. И. Мокрянская, кандидаты сельскохозяйственных наук,
ведущие научные сотрудники

ГУП «Приднестровский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства», г. Тирасполь, Молдова

СЕЛЕКЦИЯ ПЧЕЛООПЫЛЯЕМЫХ И ПАРТЕНОКАРПИЧЕСКИХ ГИБРИДОВ ОГУРЦА ДЛЯ ПЛЕНОЧНЫХ ТЕПЛИЦ И ОТКРЫТОГО ГРУНТА

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты конкурсного сортоиспытания пчелоопыляемых и партенокарпических гибридов огурца по комплексу хозяйственно ценных признаков и свойств для пленочных теплиц и открытого грунта: урожайность (ранняя, общая, выход стандартных плодов), пораженность пероноспорозом и дегустационная оценка маринованных и соленых плодов. Для выращивания в различных условиях наиболее перспективными являются пчелоопыляемые гибриды – Королёк F₁, Рафаэлла F₁, Феличита F₁, Чечель F₁ и партенокарпические гибриды – Кондор F₁, Маэстро F₁, Мистер F₁, Огуречная гирлянда F₁, Элин F₁, Элиф F₁. Все изучаемые гибриды занесены в Государственный реестр селекционных достижений Приднестровья и Республики Молдова.

Ключевые слова: огурец; пчелоопыляемый и партенокарпический гибрид; урожайность; поражаемость пероноспорозом; дегустационная оценка.

ВВЕДЕНИЕ

Огурец – один из основных видов овощных культур. На протяжении столетий он не утратил своего пищевого и экономического значения и по сегодняшний день является одним из наиболее важных продуктов в мире, потребляемых как в свежем, так и консервированном виде. В настоящее время огурец выращивают во всех странах мира. Наибольшие площади находятся в Китае, Иране, Индонезии, Ираке, США, Турции, Узбекистане, России, Украине, Польше. Огурец выращивают при любых климатических условиях: на севере – преимущественно в теплицах, в средних районах и на юге – в теплицах, парниках и открытом грунте. Особенно быстро расширяется производство гибридов короткоплодного огурца корнишонного типа универсального назначения. Эти гибриды широко используют в открытом грунте и пленочных теплицах для реализации высококачественной продукции на рынках крупных городов. Создание гетерозисных гибридов является одним из резервов повышения продуктивности растений. Вместе с тем созданные гибриды огурца, кроме высокой урожайности и устойчивости к основным болезням, также должны иметь высококачественный зеленец, который можно одновременно использовать для употребления в свежем виде (без горечи), консервирования и соления, то есть универсального назначения.

Климатические условия Приднестровья, как и большинства стран СНГ, позволяют успешно выращивать тыквенные и бахчевые культуры как в открытом, так и защищенном

грунте. Благодаря своей раннеспелости, вкусовым качествам плодов, возможности употребления их в свежем и переработанном виде, выращиванием этих культур успешно занимаются частники-любители и фермеры-производители [1].

Огурец занимает одно из ведущих мест на постсоветском пространстве. Он традиционно является одной из самых любимых в народе культур. Стабильному увеличению площадей под этой культурой способствует ее относительная скороспелость, универсальность, рентабельность, а также постоянная востребованность плодов у населения, что гарантирует стабильный рынок сбыта [2, 3]. Благодаря невысокой калорийности, непревзойденным вкусовым качествам, лечебным свойствам, огурец употребляют в пищу как в свежем, так и консервированном виде практически круглый год [4].

Анализ рынка семян огурца в России показывает, что на российском рынке в этом направлении работают как отечественные, так и зарубежные производители. Селекцией и семеноводством пчелоопыляемого огурца занимаются ГНУ ВНИИО совместно с агрофирмой «Поиск» (Даша F₁, Персей F₁ и др.), компания «Гавриш» (Авторитет F₁, Боровичок F₁, Бумер F₁ и др.), агрофирма «Манул» (Азбука F₁, Верные друзья F₁, Желудь F₁, Капитан F₁), ВНИИССОК (Брюнет F₁, Красотка F₁, Катюша F₁). Из зарубежных на российском рынке пчелоопыляемых гибридов огурца представлены следующие производители: Nunhems Zaden BV (Аякс F₁, Паркер F₁, Спарта F₁, Гектор F₁); Bejo Zaden (Альянс F₁, Атлантис F₁, Астерикс F₁); Seminis F₁ (Галина F₁, Левина F₁, Наташа F₁); Rijk Zwaan (Опера F₁, Соната F₁); Syngenta (Отелло F₁, Сантана F₁) и некоторые другие [5].

Селекционная работа по культуре огурца (*Cucumis sativus* L.) связана с созданием гетерозисных гибридов огурца, удовлетворяющих требования современного рынка [6].

Одним из направлений исследований является получение новых конкурентоспособных пчелоопыляемых и партенокарпических гетерозисных гибридов корнишонного типа для универсального использования (потребления в свежем виде и переработки) для пленочных укрытий и открытого грунта [7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Научно-исследовательская работа выполнена в ГУ «Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (с 2024 г. – ГУП) в питомниках конкурсного сортоиспытания пленочных теплиц на солнечном обогреве и открытого грунта с 2020 по 2023 г.

Основным исходным материалом для работы по созданию пчелоопыляемых и партенокарпических гибридов огурца послужили образцы зарубежной селекции, а также формы, созданные в ГУ «ПНИИСХ».

Институт расположен в юго-восточной части Молдовы, характеризующейся короткой и мягкой зимой, продолжительным жарким летом с невысокой влажностью воздуха. Положительными факторами климата являются обилие света и тепла, большая продолжительность теплого периода, мягкая зима; отрицательными – периодическая засуха, большая изменчивость погоды, особенно весной и грозные, ливневые дожди, иногда сопровождающиеся градом и шквалистым ветром.

В годы исследований в течение всего вегетационного периода (с апреля по август) климатические условия для выращивания огурца как в пленочных теплицах, так и открытом грунте складывались не совсем благоприятно. На рост и развитие данной культуры оказывали сильное влияние перепады ночных и дневных температур, неравномерное выпадение осадков и неблагоприятная фитосанитарная обстановка.

Посев в пленочной теплице осуществляли во второй декаде марта (сухими и про-рошенными семенами), единичные всходы получали в начале, а массовые – в конце третьей декады марта, через 6–12 суток.

Перед подвязкой растений к шпалере (начало мая) проводили анализ проявления женского пола у гибридов F_1 , а позднее – степени проявления партенокарпии (при изоляции бутонов в течение трех недель с начала появления первого цветка) и качества зеленца (масса, внешний вид, внутренняя консистенция).

Первый сбор плодов в пленочной теплице проводили в третьей декаде мая. Периодичность сборов – три раза в неделю. Последний сбор – вторая-третья декада августа.

Посев в открытом грунте осуществляли вручную в основном в третьей декаде апреля, то есть с установлением более благоприятной температуры воздуха и почвы. К первому сбору урожая приступили во второй декаде июня, а к последнему – во второй-третьей декаде июля. Периодичность сборов – три раза в неделю.

Площадь учетной делянки в пленочной теплице составляла 2,0 м², повторность – 3-кратная. Площадь учетной делянки в открытом грунте – 10 м², повторность – 4-кратная, густота растений в теплице – 5–6 растений/м², в открытом грунте – 75–80 тыс. растений/га.

Стандартами служили гибриды селекции института: для пчелоопыляемых – Родничок F_1 и Виорел F_1 ; для партенокарпических гибридов – Ассия F_1 .

Ботанико-морфологическая характеристика образцов по основным хозяйственно ценным признакам и свойствам осуществлялась поустно в соответствии с методическими указаниями ВНИИССОК [8], фитопатологическая оценка в период вегетации – согласно методике Международного классификатора СЭВ вида *Cucumis sativus* L. [9] и ВНИИССОК [10].

Технологическую оценку (соление, маринование) плодов проводили в лаборатории химико-технологической оценки качества овощей и овощной продукции ГУ «ПНИИСХ» согласно ГОСТу 7180-73 и ГОСТу 1633-73 [11].

Оценку пустот в маринованных и соленых плодах проводили по 4-бальной шкале [12]. Учитывали не только процент плодов с пустотами, но и степень их развития: 1,0 балла – пустота занимает 10 % семенного гнезда; 2,0 балла – 11–25 %; 3,0 балла – 26–50 %; 4,0 балла – свыше 50 %.

Математическая обработка полученных экспериментальных данных выполнена по Б. А. Доспехову [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наиболее актуальным вопросом в области селекции, семеноводства и агротехники тыквенных культур, в частности огурца, является создание новых сортов и гибридов, сочетающих в себе высокую урожайность плодов и семян, комплексную болезнеустойчивость, имеющих качественную продукцию, а для партенокарпических гибридов – и высокую степень партенокарпии [14–16].

В 2020–2023 гг. в питомнике конкурсного сортоиспытания пленочных теплиц проводили испытание 65 гибридов F_1 , которые занесены в Государственный реестр селекционных достижений Приднестровья и Республики Молдова (33 – пчелоопыляемых и 32 – партенокарпических), в том числе по годам (табл. 1).

Как показывают результаты исследований, в среднем за четыре года (табл. 2) у всех районированных пчелоопыляемых гибридов период от всходов до начала плодоношения составил 49–52 дня (у st.-2 Родничок F_1 – 55 дней), то есть относились к группе среднеранних.

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

Таблица 1 – Количество гибридов F₁ огурца, занесенных в Государственный реестр селекционных достижений Приднестровья и Республики Молдова (пленочная теплица, питомник конкурсного сортоиспытания), среднее за 2022–2023 гг.

Гибрид F ₁	Год			
	2020	2021	2022	2023
Пчелоопыляемые	9	8	8	8
Партенокарпические	8	8	8	8

Таблица 2 – Характеристика гибридов F₁ огурца по комплексу хозяйственно ценных признаков и свойств (пленочная теплица, питомник конкурсного сортоиспытания), среднее за 2020–2023 гг.

Гибрид F ₁	Всходы – начало плодоношения, дни	Степень проявления партенокарпии, %	Урожайность, кг/м ²		Выход стандартных плодов, %	Пораженность пероноспорозом, балл
			за первую декаду	общая		
Пчелоопыляемые						
Виорел, st.-1	52	–	3,1	19,5	79	3,0
Родничок, st.-2	55	–	2,4	15,9	76	5,0
Вьюрок	49	–	1,7	17,0	91	3,0
Королёк	49	–	3,3	14,6	87	5,0
Рафаэлла	54	–	2,5	17,5	90	3,0
Сверчок	52	–	3,0	16,4	89	3,0
Феличита	52	–	2,9	21,5	86	5,0
Чечель	52	–	2,3	21,0	75	3,0
НСР _{0,95}	–	–	0,5	2,0	9	–
Партенокарпические						
Ассия, st.	48	82	3,2	18,2	82	5,0
Ани	48	77	3,2	15,6	89	3,0
Кондор	50	88	4,6	19,6	88	3,0
Маэстро	46	81	5,2	21,3	87	3,0
Мистер	47	77	4,4	20,1	84	3,0
Огуречная гирлянда	42	92	6,7	25,9	85	5,0
Элин	45	90	3,7	19,4	91	3,0
Элиф	49	86	5,0	17,4	92	5,0
НСР _{0,95}	–	7	0,8	2,9	6	–

Среди партенокарпических гибридов наиболее раннеспелыми оказались новые перспективные гибриды Огуречная гирлянда F₁ и Элин F₁, которые районированы в Приднестровье и Республике Молдова с 2024 г. Период «всходы – начало плодоношения» у них составил 42 и 45 дней соответственно. У остальных районированных гибридов данный показатель был немного выше (46–50 дней).

По урожайности за первую декаду плодоношения четыре пчелоопыляемых гибрида (Королёк F₁, Сверчок F₁, Рафаэлла F₁, Феличита F₁) были на уровне st.-1, гибрид Чечель F₁ – на уровне st.-2, а гибрид Вьюрок F₁ уступал им обоим. Общая урожайность всех пчелоопыляемых гибридов была такая же, как и у стандартов Виорел F₁ и Родничок F₁, за исключением гибрида Вьюрок F₁.

По выходу стандартных плодов три пчелоопыляемых гибрида Вьюрок F₁, Рафаэлла F₁ и Сверчок F₁ достоверно превосходили st.-1 на 13–15 % и st.-2 – на 17–20 %. Остальные три были на уровне обоих стандартов.

Пораженность пероноспорозом у всех пчелоопыляемых образцов была на уровне стандартов Виорел F₁ и Родничок F₁ – 3,0–5,0 балла.

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

По степени проявления партенокарпии значительно превзошли стандарт два новых перспективных гибрида Элин F₁ и Огуречная гирлянда F₁ на 8 и 10 % соответственно.

Среди партенокарпических гибридов по урожайности за первую декаду плодоношения были выделены пять гибридов, которые превзошли гибрид Ассия F₁ (st.) на 38–109 %, особенно высокую раннюю урожайность показал гибрид Огуречная гирлянда F₁ – 6,7 кг/м², тем самым превзошел стандарт более чем в два раза. По общей урожайности два партенокарпических гибрида (Маэстро F₁ и Огуречная гирлянда F₁) достоверно превзошли стандарт гибрид Ассия F₁ на 17–42 %, все остальные гибриды достигли уровня стандарта.

По выходу стандартных плодов три партенокарпических гибрида (Ани F₁, Элин F₁, Элиф F₁) имели высокие показатели – на 9–12 % выше по сравнению с Ассия F₁, а четыре гибрида соответствовали стандарту.

Пораженность пероноспорозом почти у всех партенокарпических гибридов отмечена на уровне стандартного гибрида (3,0–5,0 балла).

В 2020–2023 гг. в питомнике конкурсного сортоиспытания открытого грунта проходили испытания 67 гибридов F₁ (35 – пчелоопыляемых и 32 – партенокарпических) (табл. 3).

Как показывают результаты исследований, в среднем за четыре года период «всходы – начало плодоношения» у трех гибридов был 48–52 дня, как и у стандартов, Виорел F₁ – 48 и Родничок F₁ – 52 дня и только у гибрида Вьюрок F₁ – 47 дней (табл. 4).

Партенокарпические гибриды были более раннеспелыми. Период от всходов до начала плодоношения составил 44–47 дней (у st. – 45 дней), особенно ранним оказался гибрид Огуречная гирлянда F₁ – 41 день.

За первую декаду плодоношения только гибрид Королёк F₁ существенно превзошел по урожайности оба стандарта на 12 % (st.-1) и 18 % (st.-2) соответственно. Два гибрида (Сверчок F₁ и Чечель F₁) были на уровне Виорел F₁ и Родничок F₁, а гибрид Вьюрок F₁ уступал обоим стандартам.

По общей урожайности гибриды Рафаэлла F₁ и Чечель F₁ значительно превзошли оба стандарта на 20 и 21 % соответственно. Три гибрида (Королёк F₁, Сверчок F₁, Феличита F₁) достигли результатов обоих стандартов, а гибрид Вьюрок F₁ как по ранней, так и общей урожайности уступал.

По выходу стандартных плодов два пчелоопыляемых гибрида достоверно превзошли оба стандарта: Королёк F₁ – на 19 и 21 % соответственно, а Вьюрок F₁ – на 14 и 15 % соответственно.

Пораженность пероноспорозом у гибридов Рафаэлла F₁, Сверчок F₁ и Чечель F₁ составила 3,0 балла, у гибридов Вьюрок F₁ и Королёк F₁ 5,0 и 7,0 балла соответственно, как и у st.-1 (5,0 балла) и st.-2 (7,0 балла).

Среди партенокарпических гибридов только два гибрида (Элиф F₁ и Огуречная гирлянда F₁) превзошли стандарт Ассия F₁ на 13 и 28 % соответственно. Остальные гибриды соответствовали стандартам.

По общей урожайности пять партенокарпических гибридов существенно превзошли Ассия F₁ на 13–49 %, особенно выделился гибрид Огуречная гирлянда F₁ (72,5 т/га против 48,8 т/га у st.). Гибриды Ани F₁ и Кондор F₁ были на уровне стандарта.

Таблица 3 – Количество гибридов F₁ огурца, проходивших испытание в питомнике конкурсного сортоиспытания открытого грунта, среднее за 2020–2023 гг.

Гибрид F ₁	Год			
	2020	2021	2022	2023
Пчелоопыляемые	9	10	8	8
Партенокарпические	8	8	8	8

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

Таблица 4 – Характеристика гибридов F₁ огурца по комплексу хозяйственно ценных признаков (открытый грунт, питомник конкурсного сортоиспытания), среднее за 2020–2023 гг.

Гибрид F ₁	Всходы – начало плодоношения, дни	Урожайность, кг/м ²		Выход стандартных плодов, %	Пораженность пероноспорозом, балл
		за первую декаду	общая		
Пчелоопыляемые					
Виорел, st.-1	48	19,1	44,1	72	5,0
Родничок, st.-2	52	18,0	43,6	71	7,0
Вьюрок	51	12,1	36,8	82	7,0
Королёк	47	21,3	47,3	86	5,0
Рафаэлла	52	16,5	51,0	75	3,0
Сверчок	52	17,0	48,5	68	3,0
Феличита	50	17,1	49,1	72	5,0
Чечель	48	16,2	52,8	79	3,0
НСР _{0,95}	–	2,1	5,5	8	–
Партенокарпические					
Ассия, st.	45	25,3	48,8	80	7,0
Ани	46	22,5	45,0	74	5,0
Кондор	47	25,2	46,2	82	3,0
Маэстро	45	22,8	62,2	82	5,0
Мистер	43	23,5	65,2	81	5,0
Огуречная гирлянда	41	32,5	72,5	78	7,0
Элин	47	25,2	55,1	86	3,0
Элиф	44	28,6	63,9	80	7,0
НСР _{0,95}	–	3,0	5,2	5	–

По выходу стандартных плодов гибрид Элин F₁ достоверно превзошел Ассия F₁ на 8 %, остальные гибриды, за исключением Ани F₁, были на уровне стандарта.

Пораженность пероноспорозом только у гибридов Кондор F₁ и Элин F₁ составила 3,0 балла, у остальных – 5,0–7,0 балла, как и у Ассия F₁ (7,0 балла).

Как показывают результаты дегустационной оценки маринованных и соленых плодов пчелоопыляемых и партенокарпических гибридов огурца при выращивании в пленочной теплице и открытом грунте, в той или иной мере они пригодны для обоих видов консервирования. Так, в процессе маринования зеленцов гибридов огурца из пленочной теплицы максимальные показатели (4,8 балла) имели плоды трех пчелоопыляемых (Вьюрок F₁, Рафаэлла F₁, Сверчок F₁) и трех партенокарпических гибридов (Кондор F₁, Маэстро F₁, Мистер F₁) (табл. 5). Данные гибриды превзошли стандарты по внешнему виду, окраске, вкусу и консистенции. Остальные все гибриды, за исключением Огуречная гирлянда F₁, были на уровне стандартов. Такой недопустимый дефект, как пустоты, который снижает качество плодов, был обнаружен только у четырех партенокарпических гибридов (Ани F₁, Маэстро F₁, Мистер F₁, Элиф F₁) на уровне 0,5–1,0 балла у 20–40 % плодов.

Дегустационная оценка соленых плодов из пленочной теплицы пчелоопыляемых гибридов была 4,6–4,7 балла по сравнению со стандартами Виорел F₁ и Родничок F₁, у которых 4,5 балла (табл. 6). Засолочные качества у большинства партенокарпических гибридов были на уровне стандарта Ассия F₁ – 4,6–4,7 балла. Максимальный показатель (4,8 балла) был у гибрида Мистер F₁, несмотря на то, что у этого гибрида были пустоты у 30 % плодов (1,0 балла), а минимальный (4,5 балла) – у гибрида Огуречная

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

Таблица 5 – Дегустационная оценка маринованных плодов гибридов F₁ огурца (пленочная теплица, питомник конкурсного сортоиспытания), среднее за 2022–2023 гг., балл

Гибрид F ₁	Внешний вид	Наличие пустот, балл–%	Окраска, цвет	Вкус	Консистенция	Общая оценка
Пчелоопыляемые						
Виорел, st.-1	4,6	0	4,7	4,6	4,6	4,6
Родничок, st.-2	4,7	0	4,7	4,7	4,8	4,7
Вьюрок	4,8	0	4,8	4,8	4,8	4,8
Королёк	4,7	0	4,7	4,6	4,6	4,6
Рафаэлла	4,8	0	4,9	4,8	4,7	4,8
Сверчок	4,7	0	4,8	4,8	4,8	4,8
Феличита	4,7	0	4,8	4,6	4,7	4,6
Чечель	4,7	0	4,7	4,6	4,6	4,6
Партенокарпические						
Ассия, st.	4,7	0	4,7	4,7	4,6	4,7
Ани	4,7	1,0–40	4,7	4,6	4,6	4,6
Кондор	4,7	0	4,8	4,8	4,8	4,8
Маэстро	4,8	1,0–30	4,8	4,8	4,8	4,8
Мистер	4,7	1,0–30	4,8	4,8	4,8	4,8
Огуречная гирлянда	4,7	0	4,6	4,5	4,5	4,5
Элин	4,8	0	4,7	4,7	4,7	4,7
Элиф	4,7	0,5–20	4,7	4,7	4,6	4,6

Таблица 6 – Дегустационная оценка соленых плодов гибридов F₁ огурца (пленочная теплица, питомник конкурсного сортоиспытания), среднее за 2022–2023 гг., балл

Гибрид F ₁	Внешний вид	Наличие пустот, балл–%	Окраска, цвет	Вкус	Консистенция	Общая оценка
Пчелоопыляемые						
Виорел, st.-1	4,5	1,0–20	4,6	4,5	4,6	4,5
Родничок, st.-2	4,5	0,5–30	4,6	4,6	4,7	4,5
Вьюрок	4,6	0	4,6	4,4	4,5	4,6
Королёк	4,5	0,5–70	4,7	4,6	4,7	4,6
Рафаэлла	4,6	0	4,7	4,7	4,7	4,7
Сверчок	4,7	0	4,8	4,7	4,7	4,7
Феличита	4,6	1,0–10	4,7	4,7	4,7	4,7
Чечель	4,6	0	4,7	4,6	4,6	4,6
Партенокарпические						
Ассия, st.	4,6	1,0–50	4,6	4,6	4,7	4,6
Ани	4,6	1,0–30	4,6	4,6	4,6	4,6
Кондор	4,7	0	4,7	4,7	4,8	4,7
Маэстро	4,9	0	4,8	4,7	4,7	4,7
Мистер	4,8	1,0–30	4,8	4,7	4,8	4,8
Огуречная гирлянда	4,5	2,0–50	4,5	4,6	4,6	4,5
Элин	4,7	0	4,6	4,7	4,7	4,7
Элиф	4,7	0,5–10	4,6	4,6	4,6	4,6

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

гирлянда F₁, хотя у него также были обнаружены пустоты, но в пределах ГОСТа – 0,5 балла у 10 % плодов. У гибрида Ассия F₁ наблюдались пустоты у 50 % плодов (1,0 балла).

Данные органолептической оценки маринованных плодов из открытого грунта показывают, что большинство гибридов в этом виде переработки имело высокие показатели – 4,7–4,8 балла (табл. 7). Превосходство над стандартами отмечено у пчелоопыляемых гибридов Сверчок F₁, Феличита F₁ (4,8 балла) и партенокарпических – Кондор F₁, Элин F₁, Элиф F₁ (4,8 балла). Остальные гибриды были на уровне стандартов Родничок F₁, Виорел F₁, Ассия F₁, за исключением Вьюрок F₁ и Огуречная гирлянда F₁ – 4,6 балла. Наличие пустот отмечено у гибридов Мистер F₁ и Огуречная гирлянда F₁, 1,0 балла у 30 % и 1,0 балла у 20 % плодов соответственно, а у стандарта Ассия F₁ – у 10 % плодов (1,0 балла).

Данные органолептической оценки маринованных плодов из открытого грунта показывают, что большинство гибридов в этом виде переработки имело высокие показатели – 4,7–4,8 балла (табл. 7). Превосходство над стандартами отмечено у пчелоопыляемых гибридов Сверчок F₁, Феличита F₁ (4,8 балла) и партенокарпических – Кондор F₁, Элин F₁, Элиф F₁ (4,8 балла). Остальные гибриды были на уровне стандартов Родничок F₁, Виорел F₁, Ассия F₁, за исключением Вьюрок F₁ и Огуречная гирлянда F₁ – 4,6 балла. Наличие пустот отмечено у гибридов Мистер F₁ и Огуречная гирлянда F₁, 1,0 балла у 30 % и 1,0 балла у 20 % плодов соответственно, а у стандарта Ассия F₁ – у 10 % плодов (1,0 балла).

Дегустационная оценка соленых плодов из открытого грунта пчелоопыляемых гибридов была 4,6–4,7 балла по сравнению со стандартами Виорел F₁ и Родничок F₁ – 4,5 балла (табл. 8). Засолочные качества большинства партенокарпических гибридов были на уровне стандарта Ассия F₁ – 4,7–4,8 балла. Дефект с пустотами отмечен у двух пчелоопыляемых гибридов (Королёк F₁ и Феличита F₁) – 0,5 балла у 70 % и 1,0 балла

Таблица 7 – Дегустационная оценка маринованных плодов гибридов огурца (открытый грунт, питомник конкурсного сортоиспытания), среднее за 2022–2023 гг., балл

Гибрид F ₁	Внешний вид	Наличие пустот, балл–%	Окраска, цвет	Вкус	Консистенция	Общая оценка
Пчелоопыляемые						
Виорел, st.-1	4,6	0	4,7	4,7	4,7	4,7
Родничок, st.-2	4,8	0	4,8	4,7	4,7	4,7
Вьюрок	4,7	0	4,7	4,6	4,6	4,6
Королёк	4,7	0	4,8	4,7	4,8	4,7
Рафаэлла	4,7	Тенденция	4,7	4,7	4,7	4,7
Сверчок	4,7	0	4,8	4,7	4,8	4,8
Феличита	4,8	0	4,8	4,8	4,8	4,8
Чечель	4,6	0	4,7	4,7	4,7	4,6
Партенокарпические						
Ассия, st.	4,6	0,5–10	4,7	4,7	4,8	4,7
Ани	4,7	0	4,7	4,7	4,7	4,7
Кондор	4,9	0	4,8	4,8	4,8	4,8
Маэстро	4,8	0	4,8	4,6	4,7	4,7
Мистер	4,7	1,0–30	4,8	4,8	4,7	4,7
Огуречная гирлянда	4,6	1,0–20	4,7	4,7	4,6	4,6
Элин	4,9	0	4,9	4,8	4,8	4,8
Элиф	4,9	0	4,9	4,9	4,8	4,9

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

Таблица 8 – Дегустационная оценка соленых плодов гибридов огурца (открытый грунт, питомник конкурсного сортоиспытания), среднее за 2022–2023 гг., балл

Гибрид F ₁	Внешний вид	Наличие пустот, балл–%	Окраска, цвет	Вкус	Консистенция	Общая оценка
Пчелоопыляемые						
Виорел st.-1	4,5	1,0–20	4,6	4,5	4,6	4,5
Родничок st.-2	4,5	0,5–30	4,6	4,6	4,7	4,5
Вьюрок	4,6	0	4,6	4,4	4,5	4,6
Королёк	4,5	0,5–70	4,7	4,6	4,7	4,6
Рафаэлла	4,6	0	4,7	4,7	4,7	4,7
Сверчок	4,7	0	4,8	4,7	4,7	4,7
Феличита	4,6	1,0–10	4,7	4,7	4,7	4,7
Чечель	4,6	0	4,7	4,6	4,6	4,6
Партенокарпические						
Ассия st.	4,7	0,5–30	4,7	4,8	4,8	4,7
Ани	4,8	0,5–30	4,8	4,6	4,6	4,6
Кондор	4,7	0	4,7	4,8	4,8	4,7
Маэстро	4,7	0,5–10	4,8	4,7	4,7	4,7
Мистер	4,8	0,5–10	4,8	4,7	4,7	4,7
Огуречная гирлянда	4,7	0,5–20	4,6	4,6	4,6	4,6
Элин	4,8	0	4,7	4,8	4,9	4,8
Элиф	4,8	0	4,7	4,8	4,7	4,7

у 10 % плодов соответственно, а также у четырех партенокарпических гибридов (Ани F₁, Маэстро F₁, Мистер F₁, Огуречная гирлянда F₁) – 0,5 балла у 10–30 % плодов. Все три стандарта (Виорел F₁, Родничок F₁, Ассия F₁) также имели пустоты на уровне 0,5–1,0 балла у 20–30 % плодов.

Следовательно, проведенные исследования подтверждают высокие вкусовые качества у большинства районированных пчелоопыляемых и партенокарпических гибридов огурца селекции института как в маринованном, так и соленом виде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По результатам комплексной оценки в питомниках конкурсного сортоиспытания по большинству хозяйственно ценных признаков и свойств выделены в условиях пленочной теплицы и открытого грунта:

- пчелоопыляемые гибриды – Королёк F₁, Рафаэлла F₁, Феличита F₁, Чечель F₁;
- партенокарпические гибриды – Кондор F₁, Маэстро F₁, Мистер F₁, Огуречная гирлянда F₁, Элин F₁, Элиф F₁.

2. Комплекс климатических, фитосанитарных и агротехнических условий, сложившихся в отдельные годы, в той или иной мере оказал существенное влияние как на урожайность и товарность, так и качество маринованных и соленых плодов пчелоопыляемых и партенокарпических гибридов огурца при выращивании в пленочной теплице и открытом грунте.

3. Результаты испытания районированных пчелоопыляемых и партенокарпических гибридов огурца универсального назначения в пленочной теплице и открытом грунте подтвердили перспективность селекции и приоритеты направления в создании короткоплодных гибридов огурца корншонного типа в лаборатории тыквенных культур ГУ «ПНИИСХ».

Список литературы

1. Создание сортов и гибридов тыквенных культур для пленочных теплиц и открытого грунта (огурец партенокарпический и пчелоопыляемый, кабачок, патиссон, тыква масличная и мускатная, арбуз столовый, дыня) : отчет о НИР за 2020–2023 гг. по теме 02 / ГУ «ПНИИСХ». – Тирасполь, 2023. – 185 с.
2. Король, В. Г. Гибриды огурца для выращивания в зимне-весеннем обороте / В. Г. Король, П. И. Кирий, Н. Н. Иванова // Овощеводство. – Минск, 2013. – № 1. – С. 57.
3. Матвиец, А. Г. Современная технология выращивания огурца на опорной системе / А. Г. Матвиец, А. А. Матвиец // Овощеводство. – Минск, 2010. – № 8. – С. 66.
4. Селекция пчелоопыляемых гибридов огурца универсального типа / В. Ф. Гороховский, Е. А. Шуляк, Т. И. Мокрянская, А. Ю. Обручков // Проблемы и тенденции развития сельскохозяйственного производства в современных условиях : материалы науч.-практ. конф., 24 апр. 2014 г. – Тирасполь, 2014. – С. 132.
5. Бакланова, О. В. Пчелоопыляемый гибрид огурца Оникс F1 / О. В. Бакланова // Овощеводство будущего. Новые знания и идеи : материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 125-летию со дня рождения Н. И. Вавилова / Всерос. НИИ овощеводства Рос. акад. с.-х. наук. – М., 2012. – С. 66.
6. Чистякова, Л. А. Создание исходного материала для селекции гетерозисных партенокарпических гибридов огурца / Л. А. Чистякова // Картофель и овощи. – 2017. – № 3. – С. 32.
7. Гороховский, В. Ф. Гибрид огурца со взглядом в будущее / В. Ф. Гороховский // Картофель и овощи. – 2005. – № 3. – С. 5.
8. Методические указания по селекции и семеноводству гетерозисных гибридов огурца. – М. : ВНИИССОК. – 1985. – 56 с.
9. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ вида *Cucumis sativus* L. / Науч.-техн. совет стран – членов СЭВ по коллекциям диких и культ. видов растений и др. ; сост. Т. Муртазов [и др.]. – Л. : ВИР, 1980. – 28 с.
10. Методические указания по селекции огурца / ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур ; сост. О. В. Юрина [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 55 с.
11. Пути повышения качества соления овощной продукции / О. Е. Яновчик, В. П. Дворников, Л. И. Варзугина [и др.]. – Кишинев, 1991. – 56 с.
12. Майка, Л. Г. Технологическая оценка новых партенокарпических гибридов огурца / Л. Г. Майка, Л. И. Гусева, О. Е. Яновчик // Сб. науч. трудов по овощеводству и бахчеводству (к 75-летию ВНИИО). – М. : ВНИИО, 2006. – Т. 1. – С. 226–231.
13. 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.
14. Хлебородов, А. Я. Новые пчелоопыляемые сорта и гибриды огурца открытого грунта / А. Я. Хлебородов, В. Л. Налобова, Т. М. Карбанович // Овощеводство : сб. науч. тр. / Ин-т овощеводства ; редкол.: Г. И. Гануш (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 1996. – Вып. 9. – С. 43–46.
15. Направление исследований тыквенных культур в Беларуси / А. Я. Хлебородов, Л. М. Павловская, М. И. Мартынович [и др.] // Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию БелНИИО, 6–7 июля 2000 г. / Ин-т овощеводства. – Минск, 2000. – С. 94–97.

16. Гороховский, В. Ф. Синтез новых пчелоопыляемых гибридов огурца в современных условиях / В. Ф. Гороховский, С. С. Панделя, О. С. Берлин // Овощеводство : сб. науч. ст. / Ин-т овощеводства ; под ред. А. А. Аутко. – Минск, 2010. – Т. 17. – С. 217–222.

Поступила в редакцию 11.12.2024 г.

V. F. GOROHOVSKIY, E. A. SHULYAK, T. I. MOKRYANSKAYA

**BREEDING OF BEE-POLLINATED AND PARTENOCARPIC
CUCUMBER HYBRIDS FOR FILM GREENHOUSES AND OPEN
GROUND**

SUMMARY

The results of competitive variety testing of bee-pollinated and parthenocarpic cucumber hybrids are presented, focusing on a range of economically valuable traits and properties for film greenhouses and open ground: yield (early, total, and marketable fruit output), susceptibility to downy mildew, and taste evaluation of pickled and salted fruits. The most promising hybrids for cultivation in various conditions include the bee-pollinated hybrids – Korolyok F_p, Rafaella F_p, Felichita F_p, Chechel F₁ – and the parthenocarpic hybrids – Kondor F_p, Maestro F_p, Mister F_p, Cucumber Garland F_p, Elin F_p, Elif F₁. All studied hybrids are listed in the State register of breeding achievements of Transnistria and the Republic of Moldova.

Key words: cucumber; bee-pollinated hybrid; parthenocarpic hybrid; yield; susceptibility to downy mildew; taste evaluation.

УДК 635.21:631.524.824:631.527

Ю. В. Гунько, заведующий отделом селекции картофеля
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД В СЕЛЕКЦИИ СКОРОСПЕЛЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований сортообразцов в селекционных питомниках по картофелю. Количество распикированных сеянцев выше при традиционном посеве семян в верховой торф. На скороспелость влияет фактор «гибридная популяция», на количество клубней – взаимодействие факторов «гибридная популяция × тип почвы», на продуктивность – фактор «тип почвы». Наибольшее количество ранних и среднеранних форм в селекционных питомниках было отобрано при типе скрещивания «ранний × ранний» и «среднеранний × среднеранний». Для отбора высокопродуктивных скороспелых гибридов картофеля следует отбирать в питомнике первого клубневого поколения образцы с продуктивностью от 1,00 до 1,55 кг/куст. При создании ранних и ультраранних сортов картофеля нужно обращать внимание на быстрый рост надземной части растения в период до 35-го дня после всходов. Предпочтение следует отдавать образцам, прекращающим рост надземной массы ботвы между 45-м и 55-м днями после всходов.

Ключевые слова: картофель; селекция; сорт; урожайность; скороспелость; гибридизация; тип скрещивания.

ВВЕДЕНИЕ

Основные задачи современной селекции картофеля по созданию сортов, отвечающих высоким требованиям потребительского рынка, связаны со значительным расширением числа признаков, по которым ведутся подбор раннеспелых форм, гибридизация и отбор селекционного материала [1]. Новые перспективные направления селекции включают комплекс показателей, определяющих скороспелость, пригодность к переработке на различные картофелепродукты и полуфабрикаты, повышение содержания белка, антиоксидантов, каротина, витаминов, вкусовых качеств в сочетании с высоким уровнем устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам и высокой урожайностью [2].

Сорт картофеля является одним из определяющих факторов повышения урожайности культуры, развития отрасли и повышения качества конечного продукта. Новые сорта, выведенные в конкретных почвенно-климатических условиях, более адаптированы к данным условиям и в большей степени отвечают требованиям производства и потребителей по основным необходимым параметрам [3].

Для раннеспелых столовых сортов картофеля основными параметрами являются привлекательный внешний вид, высокие дегустационные показатели, нетемнеющая мякоть в сыром и вареном виде, способность не накапливать нитраты выше ПДК. Для некоторых потребителей важен цвет кожуры, форма клубня, цвет мякоти. Большое внимание уделяется вопросам улучшения биохимического состава клубней, так как

количество и соотношение химических компонентов в клубнях определяет их целевое использование. При этом необходимо учитывать не только внутренние запросы, но и потенциальные возможности экспорта в другие страны с учетом традиционных вкусов потребителей.

Основная цель исследований – повышение результативности отбора перспективных скороспелых форм картофеля в селекционных питомниках.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2006–2021 гг. в селекционных питомниках первого клубневого поколения предварительного и конкурсного сортоиспытания 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 плодоовощеводству». Объектом исследований служили гибридные популяции картофеля, полученные от скрещивания селекционных сортообразцов белорусской селекции, сортов и гибридов иностранной селекции и гибридов лаборатории генетики центра.

Технология подготовки почвы и ухода за посадками соответствует технологическому регламенту РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» для данной зоны [4].

Питомник сеянцев первого года. В питомнике проводили изучение четырех способов посева семян:

контрольный вариант – традиционный высев ботанических семян в торф;

высев предварительно наклеенных на ленту из бумаги или целлюлозы ботанических семян в торф;

высев ботанических семян на субстрат Биона;

высев предварительно наклеенных на ленту из бумаги или целлюлозы ботанических семян на субстрат Биона.

Всего было высеяно 9 600 семян шести комбинаций (по 1 600 семян на каждую комбинацию). Повторность 4-кратная.

Перед посевом субстрат Биона и торф разравнивали, поливали. В питомнике сеянцев первого года агротехника выращивания была общепринятой. В стадии 4–6 настоящих листочков сеянцы распикировали в горшки объемом 0,5 л, заполненные торфом. Уход за сеянцами заключался в поливе, прополке, подкормке минеральными удобрениями. В период вегетации проводили 2-кратную прочистку – удаление больных растений. Убирали клубни сеянцев через 100–110 дней после пересадки их в горшки. Сеянцы с комплексом положительных признаков отбирали по одному клубню, объединяли в семьи для дальнейшего испытания. Браковали сеянцы, имеющие отрицательные показатели.

Питомник гибридов первого клубневого поколения. В питомнике проводили изучение каждого гибрида покустно по следующим признакам: габитус куста, скороспелость, устойчивость к болезням (учет пораженных болезнями растений и их удаление). При селекции на скороспелость через 60–65 дней после посадки осуществляли выборочный отбор скороспелых форм по типу ботвы.

Питомник гибридов второго года испытания. Гибриды в питомнике высаживали однорядковыми деланками по 12–14 клубней. В течение вегетационного периода в питомнике проводили фенологические наблюдения, учет пораженных болезнями растений, прочистку от больных кустов и примесей, оценку по морфологии и габитусу куста, физиологическому состоянию ботвы.

Питомник предварительного сортоиспытания. В предварительное сортоиспытание были включены лучшие гибриды из питомника гибридов второго года. Каждый образец, поступивший в этот питомник, высаживался на однорядковых деланках по 100–120 клубней без повторностей. Контрольные сорта картофеля (ранняя группа – Лилея, среднеранняя – Явар с 2006 по 2016 г., с 2017 по 2021 г. сорт картофеля Манifest) высаживали через каждые 10 гибридов. В период вегетации гибриды оценивали по следующим признакам: состояние всходов, развитие молодых растений, повреждение всходов, окраска цветков, интенсивность цветения, ягодообразование, поражение вирусными и грибными заболеваниями.

Питомник конкурсного сортоиспытания. Испытание гибридов данного питомника проводили в течение четырех лет. Гибриды и контрольные сорта, подобранные по группам скороспелости, высаживали в 4-кратной повторности, двухрядковыми деланками по 30 клубней в ряду.

Питомник динамического сортоиспытания. Технология выращивания в данном питомнике традиционная, применяемая в селекционном процессе. Уборка проводилась вручную. Учет урожая и количества клубней велся поустно. Скороспелость гибридов определялась по естественному отмиранию ботвы в поле в соответствии с рекомендациями Н. De Jong и G.C.C. Tai (1977) в баллах: 1 – ранний, 2 – среднеранний, 3 – среднеспелый, 4 – среднепоздний, 5 – поздний [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований во всех селекционных питомниках были выделены хозяйственно ценные формы.

Установление оптимального способа посева ботанических семян и получение рас-сады. В питомнике сеянцев первого года нами проанализировано шесть гибридных популяций. Достоверные различия между вариантами опыта были установлены по всем изучаемым факторам (гибридная популяция; субстрат и взаимодействие факторов). Так, варьирование по проценту распикированных растений между комбинациями составило 69,50 – 80,88 % в 2006 г. и 67,31 – 81,88 % в 2007 г.

При сравнении способов посева семян можно сделать вывод о возможности непосредственного высева семян в верховой торф без предварительного наклеивания семян на ленту, так как по показателю «способ посева» достоверные различия были выявлены в 2006 г. между популяциями 052725 и 052723 и в 2007 г. между популяциями 032607 и 052759.

Для установления влияния наиболее значимых факторов на число взошедших растений был проведен дисперсионный анализ с учетом факторов «гибридная популяция», «субстрат» и «способ посева».

В результате дисперсионного анализа установлено, что в 2006 г. факторы «способ посева» и «субстрат × способ посева» оказывали наибольшее влияние на число взошедших растений (доля влияния 26,99 и 20,98 % соответственно). Наиболее значимым фактором в 2007 г. был «способ посева» с долей влияния 29,29 %.

В последующем сеянцы в фазу 3–4 листьев были распикированы в пластиковые горшки, наполненные торфом. Подсчет количества прижившихся растений показал, что не было существенной разницы между гибридными популяциями. Данный показатель не зависел и от примененного субстрата.

Статистическая обработка полученных данных позволила выявить, что в 2006 г. на количество прижившихся растений наибольшее влияние оказывали факторы «гибридная популяция», «гибридная популяция × субстрат» и взаимодействие всех факторов с долей влияния 27,13; 20,88; 18,21 % соответственно. В 2007 г. существенное

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

влияние оказывали факторы «гибридная популяция» и «гибридная популяция × способ посева» – 26,55 и 19,17 % соответственно.

В питомнике первого клубневого поколения материал гибридных популяций, выращенный в 2006–2007 гг. различными упомянутыми выше способами, был оценен по скороспелости, продуктивности и количеству клубней. Достоверные различия были установлены между гибридными популяциями и по фактору «субстрат». Сеянцы, выращенные на субстрате Биона, были более скороспелыми. При оценке продуктивности наиболее урожайными были гибриды, выращенные на субстрате Биона, способ посева не оказал существенного влияния на продуктивные качества растений. При подсчете количества клубней отмечено, что растения, выращенные на субстрате Биона, обладали большим количеством клубней. По данному показателю прослеживалась существенная разница между комбинациями.

Статистическая обработка полученных данных показала, что на скороспелость наибольшее влияние оказывал фактор «гибридная популяция» с долей влияния 61,26 %. Наиболее существенное влияние на урожайность оказало взаимодействие всех факторов – «гибридная популяция × субстрат × способ посева» (доля влияния – 33,43 %). Количество клубней существенно зависело от фактора «гибридная популяция» с долей влияния 55,43 % (табл. 1).

Рассмотрев разные способы посева семян и субстраты с целью сократить потери хозяйственных ценных генотипов на этапе генеративного поколения, было установлено, что наиболее значимыми факторами, влияющими на число взойшедших растений, являются «способ посева» и «субстрат × способ посева». В питомнике первого клубневого поколения наибольшее влияние на признаки скороспелости и количества клубней оказывал фактор «гибридная комбинация», на признак урожайности – «субстрат». Высев предварительно наклеенных на ленту семян картофеля в селекционной программе на скороспелость отрицательно сказывается на всхожести и приживаемости сеянцев картофеля.

Влияние почвенных условий на результативность отбора ценных генотипов в питомнике первой клубневой репродукции картофеля. В питомнике первого клубневого поколения было высажено семь гибридных популяций на среднесуглинистой дерново-подзолистой и супесчаной дерново-подзолистой почвах. Оценку гибридных популяций проводили по скороспелости, количеству клубней и продуктивности. В 2007–2008 гг. выращенные на разных типах почв гибридные популяции варьировали

Таблица 1 – Результаты дисперсионного анализа гибридных популяций картофеля по скороспелости, урожайности и количеству клубней при различных способах выращивания рассады

Источник вариации	Доля влияния фактора, %		
	скороспелость	урожайность	количество клубней
Гибридная популяция	61,26	4,28	55,43
Субстрат	3,30	11,57	2,42
Гибридная популяция × субстрат	7,61	3,35	2,77
Способ посева	0,95	16,49	9,82
Гибридная популяция × способ посева	4,27	9,52	3,91
Субстрат × способ посева	0,81	0,07	0,20
Гибридная популяция × субстрат × способ посева	7,03	33,43	11,23
Случайное	14,78	21,28	14,23

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

по скороспелости от 2,59 до 4,43 балла на среднесуглинистой дерново-подзолистой, от 3,13 до 3,93 балла – на супесчаной. Количество раннеспелых форм было примерно одинаковым и не зависело от типа почв, что подтверждает дисперсионный анализ. Наибольшее влияние на скороспелость оказал фактор «гибридная популяция» – 37,42 %, на долю признака «тип почвы» пришлось только 0,002 %, взаимодействие всех изучаемых факторов было существенным, но менее значимым и составило 28,24 %.

Количество клубней в годы исследований (2007–2008 гг.) варьировало от 6,46 до 14,59 шт., причем минимальное и максимальное количество клубней было отмечено у гибридных популяций на супесчаной дерново-подзолистой почве. Установлено, что фактор «гибридная популяция × тип почвы» оказывал наибольшее влияние на количество клубней, его доля составила 36,86 %, вклад гибридной комбинации был существенным, но менее значимым – 23,12 %.

В 2007–2008 гг. гибридные популяции были оценены по продуктивности. Наиболее продуктивные формы получены при выращивании гибридных популяций на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве (0,83 кг/куст). Статистическая обработка полученных данных позволила выявить, что самым значимым фактором, влияющим на показатель «продуктивность», был фактор «тип почвы». Доля его влияния составила 39,29 %.

В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее значимым фактором, влияющим на скороспелость, является «гибридная популяция», на количество клубней – «гибридная популяция × тип почвы», на продуктивность – «тип почвы».

Установление взаимосвязи между важнейшими хозяйственно ценными признаками в ранних и последующих селекционных питомниках. В наших исследованиях мы проследили ход всего селекционного процесса от семян первого года до завершения конкурсного испытания. Во время вегетации, уборки и хранения во всех селекционных питомниках проводили оценку и отбор гибридного материала по комплексу хозяйственно ценных признаков. Изучали четыре типа скрещиваний: «ранний × ранний», «ранний × среднеранний», «среднеранний × ранний», «среднеранний × среднеранний». Определили, какой из типов скрещивания наиболее подходящий для отбора скороспелых форм.

Питомник семян первого года. Даже при самых благоприятных условиях выращивания и при соответствующей направленности схемы гибридизации процент отбора хозяйственно ценных генотипов не превышает 57. Кроме того, всхожесть семян различается между гибридными комбинациями и в значительной степени зависит от условий проведения гибридизации. Это значит, что на первом этапе отборов в селекционных питомниках теряется до 75 % генотипов.

Питомник гибридов первого клубневого поколения. Как правило, в настоящее время в питомнике гибридов первого клубневого поколения выход ранних и среднеранних форм невысокий, так как в гибридизацию включается много межвидовых гибридов картофеля, отличающихся позднеспелостью.

Питомник гибридов второго года. Всего за годы исследований (2008–2019 гг.) была проведена оценка 4 849 сортообразцов различных типов скрещивания. Проанализировав данные о продуктивности гибридов картофеля в первом клубневом поколении с продуктивностью в питомнике гибридов второго года испытания, нами не установлена взаимосвязь между данными показателями.

Питомник предварительного сортоиспытания. За 2009–2020 гг. был проанализирован 1 061 сортообразец. Отмечена существенная разница в урожайности между

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

гибридами в данном питомнике: показатель варьировал от 26,7 т/га в 2013 г. до 50,3 т/га в 2019 г. Самое большое количество сортообразцов (158) было высажено в 2009 г., минимальное (51) в 2013 г.

Анализ усредненных данных за 2009–2020 гг. в разрезе скороспелости свидетельствует, что процент отбора ранних, среднеранних и среднеспелых сортообразцов не отличался и варьировал от 25,4 до 55,6 %.

Питомник конкурсного сортоиспытания. Данный питомник является одним из основных в селекции картофеля. Всего в питомнике конкурсного испытания за 2010–2021 гг. проходили оценку 250 сортообразцов. Максимальная урожайность была в 2012 г. и составила 58,1 т/га, минимальная – 35,7 т/га в 2013 г. Урожайность варьировала в зависимости от погодных условий вегетационного периода.

В результате анализа данных об урожайности гибридов картофеля в предварительном и конкурсном испытании нами не установлена взаимосвязь между этими показателями. Поскольку взаимосвязи между клубневыми поколениями по продуктивности отсутствуют, проверили возможность найти критерии отбора, которые помогли бы нам в выделении высокопродуктивных и стабильных генотипов.

Проанализировав структуру урожая в первом клубневом поколении с отбором в питомниках предварительного и конкурсного испытания, мы пришли к следующим выводам:

все гибриды, испытывавшиеся в питомнике конкурсного испытания первого года, в первой клубневой репродукции имели продуктивность 0,47–2,31 кг/растение;

признак «количество клубней в первой клубневой репродукции» не имел взаимосвязи с результативностью отбора в конкурсном сортоиспытании;

все перспективные гибриды, которые проходили оценку в питомнике конкурсного сортоиспытания четвертого года, в первой клубневой репродукции имели продуктивность от 1,00 до 1,55 кг/куст.

По результатам исследований в питомнике конкурсного сортоиспытания четвертого года проходили испытание:

• 2013 г. – сортообразец ранней группы спелости 052672-14 (Палац). Урожайность у гибрида 052672-14 была на уровне контрольного сорта Лилея и составила 58,6 т/га. В питомнике первого клубневого поколения гибрид 052672-14 имел продуктивность 1,30 кг/куст;

• 2014 г. – сортообразец ранней группы спелости 052672-31 (Першацвет). Урожайность у гибрида 052672-31 была выше контрольного сорта Лилея на 3,4 т/га и составила 67,1 т/га. В питомнике первого клубневого поколения гибрид 052672-31 имел продуктивность 1,55 кг/куст;

• 2015 г. – сортообразец ранней группы спелости 072822-3 бийон/посев (Талачынски). Урожайность у гибрида 072822-3 бийон/посев была 64,8 т/га. В питомнике первого клубневого поколения гибрид 072822-3 бийон/посев имел продуктивность 1,00 кг/куст;

• 2017 г. – сортообразец ранней группы спелости 092924-59 (Юлия) и гибрид среднеранней группы спелости 092924-52 (Мастак). Урожайность у образца 092924-59 была 54,6 т/га, у гибрида 092924-52 – 70,5 т/га. В питомнике первого клубневого поколения продуктивность у гибрида 092924-59 составила 1,42 кг/куст, у гибрида 092924-52 – 1,50 кг/куст;

• 2018 г. – сортообразец среднеранней группы спелости 072899-10 (Десятка). Урожайность у гибрида 072899-10 была 67,5 т/га. В питомнике первого клубневого поколения гибрид 072899-10 имел продуктивность 1,37 кг/куст.

• 2020 г. – сортообразцы ранней группы спелости 123056-6 (Красавик) и 123036-9 (Умка). Урожайность у образца 123056-6 была 58,9 т/га, у гибрида 123036-9 – 63,1 т/га.

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

В питомнике первого клубневого поколения продуктивность у гибрида 123056-6 была 1,47 кг/куст, у гибрида 123036-9 – 1,30 кг/куст.

Остальные гибриды в испытании были забракованы по причине поражения вирусными заболеваниями и, как следствие, снижения продуктивности, а также из-за ростовых трещин.

Проанализировав результаты оценки структуры урожая в первом клубневом поколении и отбором в питомниках предварительного и конкурсного испытания первого года, можно сделать следующие выводы:

все гибриды, которые проходили исследование в питомнике конкурсного испытания, имели продуктивность в питомнике первого клубневого поколения в 2010–2018 гг. 0,47–2,31 кг/куст. У тех сортообразцов, которые проходили испытание в питомнике конкурсного сортоиспытания четвертого года, была продуктивность от 1,00 до 1,55 кг/куст;

признак «количество клубней» в питомнике первого клубневого поколения не имел взаимосвязи с результативностью отбора в конкурсном сортоиспытании.

Определение характера накопления урожая и выработка критериев отбора стабильных скороспелых форм в ранние сроки уборки. С целью установления влияния генотипа и среды на проявление признаков у раннеспелых образцов в разные сроки уборки нами был проведен компонентный анализ (табл. 2). Количество стеблей определялось генотипом, причем в более поздние сроки уборки влияние генотипа становилось сильнее. На 35 и 55-й день после всходов масса ботвы зависела от генотипа, далее – от погодных условий года.

Урожайность определялась как сортовыми особенностями, так и погодными факторами. Наибольшее влияние на товарную урожайность на 35 и 45-й день после Таблица 2 – Влияние факторов на морфологические показатели у сортообразцов ранней группы спелости в разные сроки уборки, %

Источник вариации	Доля влияния признака					
	количество стеблей на куст	масса ботвы на куст	количество клубней на куст	количество товарных клубней на куст	урожайность	товарная урожайность
35 дней после всходов						
Генотип	59,3	66,7	69,3	64,1	54,2	64,1
Год	9,6	4,3	2,1	9,3	17,3	19,3
Генотип × год	14,6	13,1	18,3	13,5	21,3	6,4
Повторения	8,6	7,1	3,2	6,3	4,2	1,2
Случайное	7,9	8,8	7,1	6,8	3,0	9,0
45 дней после всходов						
Генотип	38,3	35,9	15,6	11,6	33,4	41,3
Год	12,4	19,6	37,6	48,1	31,6	16,4
Генотип × год	36,9	32,3	24,1	18,7	16,2	22,9
Повторения	1,5	4,1	5,9	6,3	2,2	3,5
Случайное	10,9	8,1	16,8	15,3	16,6	15,9
55 дней после всходов						
Генотип	72,1	23,1	12,6	28,3	23,6	26,1
Год	5,2	35,6	56,7	36,7	47,3	35,6
Генотип × год	2,8	7,3	15,3	14,2	18,2	21,9
Повторения	4,6	12,9	2,3	4,4	2,7	2,4
Случайное	15,3	21,1	13,1	16,4	8,2	14,0

всходов оказывал фактор «генотип» с долей влияния 64,1 и 41,3 % соответственно, далее основное влияние на величину товарного урожая оказывали особенности вегетационного периода. Таким образом, для получения стабильных сборов свежего картофеля в меняющихся условиях внешней среды в ранние сроки целесообразно выращивать несколько различных сортообразцов.

При создании ранних и ультраранних сортов в первичных питомниках следует обращать внимание на быстрый рост надземной части растений в период до 35-го дня после всходов. Предпочтение следует отдавать образцам, прекращающим рост надземной массы ботвы между 45 и 55-м днями после всходов.

Выделение перспективных скороспелых гибридов картофеля на завершающих этапах селекции. По результатам многолетних испытаний, на завершающих этапах селекции были выделены и переданы в государственное сортоиспытание сорта картофеля Зорачка, Фальварак, Манифест, Палац, Талачынски, Першацвет, Юлия, Мастак, Десятка, Красавик, Умка.

Зорачка – ранний, столового назначения. Средняя урожайность за годы испытаний составила 52,6 т/га. Содержание крахмала до 13,8 %. Сорт отличается ранним клубнеобразованием и быстрым накоплением урожая в первой половине вегетации. Устойчив к обычному патотипу рака, слабо поражается картофельной нематодой, среднеустойчив к фитофторозу клубней.

Куст компактный, хорошо облиственный, цветки красно-фиолетовые. Клубни от овальных до удлинённо-овальных, желтые, крупные, кожура гладкая, глазки мелкие, мякоть светло-желтая.

Целевое назначение: сорт столового назначения (кулинарный тип АВ) для использования в период со второй декады июля и на протяжении всего периода хранения.

Фальварак – среднеранний, столового назначения. Средняя урожайность за годы испытаний составила 63,8 т/га. Содержание крахмала до 15,6 %. Сорт устойчив к обычному патотипу рака, картофельной нематоды, вирусным болезням, относительно высокоустойчив к фитофторозу клубней, сухой фузариозной гнили.

Куст средней высоты, цветки красно-фиолетовые. Клубни от овальных до округло-удлинённых, кожура гладкая, желтая, мякоть светло-желтая.

Целевое назначение: сорт столового назначения (кулинарный тип АВ) для использования в период со второй декады июля на протяжении всего периода хранения, отзывается на повышение фона минерального питания увеличением доли товарной фракции и количества клубней. Пригоден для переработки на картофелепродукты с учетом места выращивания.

Манифест – среднеранний, столового назначения. Средняя урожайность за годы испытаний составила 71,3 т/га. Содержание крахмала до 15,5 %. Сорт устойчив к обычному патотипу рака, картофельной нематоды, комплексу вирусных заболеваний, среднеустойчив к сухой фузариозной гнили, ризоктониозу клубней, антракнозу, фитофторозу по листьям, альтернариозу, парше обыкновенной, дитиленхозу; устойчив к засухе; высокоустойчив к механическим повреждениям.

Куст средней высоты, цветки красно-фиолетовые. Клубни от овальных до удлинённо-овальных, красные, глазки мелкие, мякоть светло-желтая.

Целевое назначение: сорт столового назначения (кулинарный тип АВ) для использования в период со второй декады июля и на протяжении всего периода хранения.

Палац – ранний, столового назначения. Средняя урожайность за годы испытаний составила 57,6 т/га. Содержание крахмала до 14,0 %. Сорт устойчив к обычному патотипу рака, картофельной нематоды, комплексу вирусных заболеваний, среднеустойчив

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

к сухой фузариозной гнили, ризоктониозу клубней, антракнозу, фитофторозу по листьям, альтернариозу, парше обыкновенной, дитиленхозу, высокоустойчив к механическим повреждениям.

Куст компактный, хорошо облиственный, цветки красно-фиолетовые. Клубни от овальных до удлиненно-овальных, красные, кожура гладкая, глазки мелкие, мякоть светло-желтая.

Целевое назначение: сорт столового назначения (кулинарный тип АВ) для использования в период со второй декады июля и на протяжении всего периода хранения.

Талачынски – ранний, столового назначения. Средняя урожайность за годы испытаний составила 60,3 т/га. Содержание крахмала до 15,2 %. Устойчив к обычному патотипу рака, картофельной нематоде, относительно высокоустойчив к сухой фузариозной гнили, раневой водянистой гнили, ризоктониозу, среднеустойчив к фитофторозу листьев, антракнозу, парше обыкновенной. Сорт отличается высокой устойчивостью к вирусам Y, L, X, S, средней – к вирусу M.

Куст компактный, хорошо облиственный, цветки белые. Клубни овальные, желтые с мелкими глазками, кожура гладкая, мякоть желтая.

Целевое назначение: сорт столового назначения (кулинарный тип АВ) для использования в период со второй декады июля и на протяжении всего периода хранения.

Першацвет – ранний, столового назначения. Средняя урожайность за годы испытаний составила 65,3 т/га. Содержание крахмала до 13,6 %. Устойчив к обычному патотипу рака, картофельной нематоде, относительно высокоустойчив к сухой фузариозной гнили, раневой водянистой гнили, ризоктониозу, среднеустойчив к фитофторозу листьев, антракнозу, парше обыкновенной. Сорт отличается высокой устойчивостью к вирусам Y, L.

Куст компактный, хорошо облиственный, цветки красно-фиолетовые. Клубни округлые, красные с мелкими глазками, кожура сетчатая, мякоть светло-желтая.

Целевое назначение: сорт столового назначения (кулинарный тип АВ) для использования в период со второй декады июля на протяжении всего периода хранения.

Юлия – ранний, столового назначения. Средняя урожайность за годы испытаний 50,5 т/га. Содержание крахмала до 13,0 %. Устойчив к обычному патотипу рака, картофельной нематоде, относительно высокоустойчив к сухой фузариозной гнили, черной ножке, ризоктониозу, парше обыкновенной, среднеустойчив к фитофторозу листьев, антракнозу, альтернариозу. Сорт отличается высокой устойчивостью к вирусам Y, L, X, A, средней – к вирусам M, S.

Куст компактный, хорошо облиственный, цветки белые. Клубни округлые, желтые с мелкими глазками, кожура гладкая, мякоть желтая.

Целевое назначение: сорт столового назначения (кулинарный тип АВ) для использования в период со второй декады июля и на протяжении всего периода хранения.

Мастак – среднеранний, столового назначения. Максимальная урожайность за годы испытаний составила до 70,5 т/га. Содержание крахмала до 16,5 %. Сорт устойчив к обычному патотипу рака, картофельной нематоде, относительно высокоустойчив к фитофторозу клубней и листьев, парше обыкновенной и серебристой, ризоктониозу по клубням, сухой фузариозной гнили, среднеустойчив к черной ножке, раневой водянистой гнили.

Куст компактный, хорошо облиственный, цветки красно-фиолетовые. Клубни овальные, желтые с мелкими глазками, кожура гладкая, мякоть желтая.

Целевое назначение: сорт столового назначения (кулинарный тип АВ) для использования в период со второй декады июля и на протяжении всего периода хранения.

Десятка – среднеранний, столового назначения. Средняя урожайность за годы испытаний составила 61,0 т/га. Содержание крахмала до 17,1 %. Сорт устойчив к обычному патотипу рака, относительно высокоустойчив к фитофторозу листьев, парше обыкновенной, ризоктониозу по клубням, среднеустойчив к альтернариозу, сухой фузариозной гнили, черной ножке и парше серебристой.

Клубни овальные, желтые с мелкими розовыми глазками, кожура гладкая, мякоть желтая.

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

Красавик – ранний, столового назначения. Средняя урожайность за годы испытаний составила 51,6 т/га. Содержание крахмала 12,8 %. Устойчив к обычному патотипу рака, картофельной нематоды, относительно высокоустойчив к антракнозу, сухой фузариозной гнили, ризоктониозу, парше обыкновенной, раневой водянистой гнили.

Клубни овальные, красные с мелкими глазками, кожура гладкая, мякоть светло-желтая, устойчивы к механическим повреждениям.

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

Умка – ранний, столового назначения. Средняя урожайность за годы испытаний составила 53,2 т/га. Содержание крахмала 13,1 %. Устойчив к обычному патотипу рака, картофельной нематоды, относительно высокоустойчив к антракнозу, раневой водянистой гнили, черной ножке, альтернариозу, ризоктониозу.

Клубни овальные, желтые с мелкими глазками, кожура гладкая, мякоть светло-желтая, устойчивы к механическим повреждениям.

Целевое назначение: сорт столового назначения (кулинарный тип АВ) для использования в период со второй декады июля на протяжении всего периода хранения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Высев предварительно наклеенных на ленту семян картофеля в селекционной программе на скороспелость отрицательно сказывается на всхожести и приживаемости сеянцев картофеля. Наиболее благоприятные условия для всходов ботанических семян картофеля и выращивания сеянцев до пикировки складываются при непосредственном посеве семян в верховой торф.

2. Для отбора высокопродуктивных и стабильных скороспелых гибридов картофеля следует отбирать в первом клубневом поколении образцы с продуктивностью 1,00–1,55 кг/растение.

3. При создании ранних и ультраранних сортов при отборах в первичных питомниках следует обращать внимание на быстрый рост надземной части растения в период до 35-го дня после всходов. Предпочтение следует отдавать образцам, прекращающим рост надземной массы между 45 и 55-м днями после всходов.

4. По комплексу биохимических, морфологических, технологических и качественных показателей выделены на завершающих этапах селекции и переданы в государственное испытание сорта картофеля Десятка, Красавик, Умка. Сорта Фальварак, Зорачка, Манифест, Палац, Першцавет, Юлия, Мастак внесены в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений. Сорт Фальварак пригоден для переработки на хрустящий, гарнирный картофель, картофель фри и сухое картофельное пюре.

Сорта Зорачка, Манифест, Палац, Юлия, Першацвет предназначены для получения раннего картофеля и использования на продовольственные цели в течение всего периода хранения.

Список литературы

1. Альсмик, П. И. Основные вопросы селекции картофеля в Беларуси : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Альсмик Петр Иванович ; Белорус. НИИ земледелия. – Минск, 1953. – 16 с.
2. Альсмік, П. Бульба і дынаміка яе росту / П. Альсмік, М. Ганчарык, М. Дарожкін. – Минск : [б. в.], 1933. – 112 с.
3. Шанина, Е. П. Результаты селекции картофеля на Среднем Урале / Е. П. Шанина, Е. М. Ключкина, В. П. Кокшаров // Картофелеводство : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха ; под ред. Е. А. Симакова. – М., 2009. – Т. 1. – С. 108–113.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; рук. разработ. В. Г. Гусаков, Н. Ф. Прокопенко, П. В. Расторгуев. – Минск : Белорус. наука, 2005. – 460 с.
5. De Jong, H. Analysis of tetraploid – diploid hybrids in cultivated potato / H. De Jong, G.C.C. Tai // Potato Research. – 1977. – Vol. 20, № 2. – P. 111–121.

Поступила в редакцию 21.11.2024 г.

YU. V. GUNKO

MODERN APPROACH TO THE BREEDING OF EARLYMATURING POTATO VARIETIES

SUMMARY

The results of research on variety samples in potato breeding nurseries are presented. The number of transplanted seedlings was higher with the traditional sowing of seeds in high-moor peat. The factor «hybrid population» influences earliness, while the interaction of the factors «hybrid population × soil type» affects the number of tubers, and the factor «soil type» determines productivity. The largest number of early and mid-early forms in breeding nurseries was selected from the crossing types «early × early» and «mid-early × mid-early». To select high-yielding early-maturing potato hybrids, samples in the first tuber generation nursery should have a productivity of 1.00 to 1.55 kg per plant. When creating early and ultra-early potato varieties, attention should be paid to the rapid growth of the aerial part of the plant up to the 35th day after sprouting. Preference should be given to samples that stop the growth of their foliage mass between the 45th and 55th days after sprouting.

Key words: potato; breeding; variety; yield; earliness; hybridization; crossing type.

УДК 635.21:631.526.32(476)

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

НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ И ДОПУЩЕННЫЕ В ПРОИЗВОДСТВО РАННИЕ И СРЕДНЕРАННИЕ СОРТА КАРТОФЕЛЯ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

РЕЗЮМЕ

За последние 15 лет в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» было создано 12 сортов ранней и среднеранней группы спелости. Представлено описание сортов Зорачка, Фальварак, Манифест, Палац, Першацвет, Юлия, Мастак, включенных в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений, и сортов Десятка, Умка, Красавик, Нестерка, Феникс, которые проходят государственное испытание.

Ключевые слова: картофель; селекция; сорта; урожайность; содержание крахмала.

ВВЕДЕНИЕ

Главная цель селекционной работы заключается в создании новых сортов, адаптированных к изменяющимся условиям, устойчивых к болезням, вредителям и способных давать высокие урожаи с высокими качественными показателями клубней [1]. Сорт является одним из основных факторов, определяющих высокую продуктивность и качество продукции. Выбор сорта зависит в первую очередь от цели использования урожая, почвенных характеристик и климатических условий [2]. Именно сорт позволяет совершенствовать всю систему сельскохозяйственного производства и повышать ее рентабельность за счет более высокой устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды – на этапе выращивания и за счет высокой урожайности и качества продукции – на этапе реализации [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

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

Перспективные сортообразцы были использованы в качестве материала для исследований. Опыты закладывались согласно утвержденной схеме селекционного процесса. В период вегетации проводились все необходимые учеты и наблюдения: состояние всходов, развитие молодых растений, повреждение всходов ризиктониозом, окраска цветков, интенсивность цветения, ягодообразование, поражение вирусными болезнями, фитофторозом, альтернариозом, черной ножкой.

Схема опыта испытания образцов строилась с учетом ряда методик по ведению селекционного процесса. Полученные данные обработаны на ПЭВМ [4–7]. Учет урожая, определение его структуры, содержание крахмала, оценка столовых качеств выполнялись по существующим методикам исследований по культуре картофеля [5, 6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» широко проводится работа по созданию скороспелых сортов с уровнем товарной урожайности 12,0–15,0 т/га на 35–45 день после всходов. Сорта Зорачка, Манифест, Палац, Першацвет, Юлия, Умка и Красавик обеспечивают этот выход при достаточно высоких качественных показателях. Сорта Фальварак, Мастак, Десятка, Феникс и Нестерка имеют комплексную устойчивость к заболеваниям. Для сочетания в сорте признаков скороспелости и фитотроустойчивости вполне реален путь создания ранних и среднеранних сортов, способных формировать высокий урожай к моменту появления заболевания. Учитывая хозяйственную предназначенность скороспелых сортов, критерий максимального раннего накопления товарного урожая должен оставаться одним из основных в селекции на скороспелость.

Фальварак – среднеранний сорт столового назначения. Урожайность до 70,1 т/га, содержание крахмала до 15,6 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип В, пригоден для производства сухого картофельного пюре, хрустящего картофеля, картофеля фри, изготовления гарнирного картофеля.

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

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

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

Включен в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений в 2012 г.

Зорачка – ранний сорт столового назначения. Урожайность до 77,1 т/га, содержание крахмала до 13,8 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

Сорт устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); средняя устойчивость к фитофторозу по листьям и клубням, черной ножке, ризоктониозу, парше обыкновенной.

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

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

В 2013 г. включен в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь в 2013 г. и Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации.

Манифест – среднеранний сорт столового назначения. Урожайность до 73,70 т/га, содержание крахмала до 15,10 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ, пригоден для производства картофеля фри, изготовления гарнирного картофеля, вакуумирования.

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

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

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

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

В 2014 г. включен в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь и Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации.

Палац – ранний сорт столового назначения. Урожайность до 65,0 т/га, содержание крахмала до 14,0 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

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

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

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

Включен в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений в 2017 г.

Першацвет – ранний сорт столового назначения. Урожайность до 67,8 т/га, содержание крахмала до 15,2 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

Сорт устойчив к картофельной нематодe (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); относительно высокоустойчив к сухой фузариозной гнили, раневой водянистой гнили, ризоктониозу; среднеустойчив к фитофторозу по листьям, антракнозу, парше обыкновенной. Отличается высокой устойчивостью к вирусным болезням.

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

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

Включен в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений в 2019 г.

Юлия – ранний сорт картофеля столового назначения. Урожайность до 61,5 т/га, содержание крахмала до 14,5 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

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

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

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

Включен в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений в 2021 г.

Мастак – среднеранний сорт картофеля столового назначения. Урожайность до 70,5 т/га, содержание крахмала до 16,5 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ. Пригоден для переработки на сухое картофельное пюре, хрустящий картофель, гарнирный картофель, картофель фри с учетом агроклиматической зоны выращивания, вакуумирования.

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

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

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

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

Включен в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений в 2022 г.

Десятка – среднеранний сорт картофеля столового назначения. Урожайность до 67,5 т/га, содержание крахмала до 17,1 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

Сорт устойчив к картофельной нематодe (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); относительно высокоустойчив к фитофторозу листьев, парше обыкновенной, ризоктониозу по клубням; среднеустойчив к альтернариозу, сухой фузариозной гнили, черной ножке, парше серебристой.

Клубни овальные, желтые с мелкими розовыми глазками; мякоть желтая; цветки красно-фиолетовые. Устойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

Эффективно использует естественное плодородие почв. Отличается ранним клубнеобразованием и быстрым накоплением урожая.

Проходит государственное испытание.

Красавик – ранний сорт картофеля столового назначения. Урожайность 59,9 т/га, содержание крахмала 12,8 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

Сорт устойчив к картофельной нематодe (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); относительно высокоустойчив к антракнозу, сухой фузариозной гнили, ризоктониозу, парше обыкновенной, раневой водянистой гнили.

Клубни овальные, красные с мелкими глазками; мякоть светло-желтая; цветки красно-фиолетовые. Устойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

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

Проходит государственное испытание.

Умка – ранний сорт картофеля столового назначения. Урожайность 64,2 т/га, содержание крахмала 13,1 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

Сорт устойчив к картофельной нематодe (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); относительно высокоустойчив к антракнозу, раневой водянистой гнили, черной ножке, альтернариозу, ризоктониозу.

Клубни овальные, желтые с мелкими глазками; мякоть светло-желтая; цветки красно-фиолетовые. Устойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

Эффективно использует естественное плодородие почв. Отличается ранним клубнеобразованием и быстрым накоплением урожая.

Проходит государственное испытание.

Феникс – среднеранний сорт картофеля столового назначения. Урожайность 65,8 т/га, содержание крахмала 11,7 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

Сорт устойчив к картофельной нематодe (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); относительно высокоустойчив к черной ножке, ризоктониозу, альтернариозу.

Клубни овальные, красные с мелкими розовыми глазками; мякоть желтая; цветки красно-фиолетовые. Устойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

Эффективно использует естественное плодородие почв. Отличается ранним клубнеобразованием и быстрым накоплением урожая.

Проходит государственное испытание.

Нестерка – среднеранний сорт картофеля столового назначения. Урожайность 67,0 т/га, содержание крахмала 13,2 %. Вкусовые качества хорошие, кулинарный тип АВ.

Сорт устойчив к картофельной нематоде (Ro1), обычному патотипу рака (1D1); относительно высоко устойчив к антракнозу, сухой фузариозной гнили, парше обыкновенной, раневой водянистой гнили.

Клубни округлые, красные с мелкими розовыми глазками; мякоть желтая; цветки красно-фиолетовые. Устойчив к механическим повреждениям, лежкость хорошая.

Эффективно использует естественное плодородие почв. Отличается ранним клубнеобразованием и быстрым накоплением урожая.

Проходит государственное испытание.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сорта Зорачка, Першацвет, Манифест, Палац, Юлия, Умка и Красавик подходят для получения товарной продукции в ранние летние сроки. Сорта Фальварак, Манифест, Мастак пригодны для производства различных видов картофелепродуктов с учетом места выращивания и времени переработки. Красавик, Десятка, Умка, Нестерка и Феникс проходят государственное сортоиспытание. Сорта Фальварак, Зорачка, Манифест, Палац, Першацвет, Юлия, Мастак внесены в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь. Зорачка и Манифест включены также в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации.

Список литературы

1. Бейня, В. А. Развитие методологического обеспечения государственного испытания сортов картофеля *Solanum tuberosum* L. на отличимость, однородность и стабильность в Республике Беларусь / В. А. Бейня, Т. В. Семашко // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плод.-овощеводству ; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – Т. 29. – С. 9–16.
2. Характеристика новых и перспективных сортов картофеля белорусской селекции / В. Л. Маханько, Г. И. Пискун, Ю. В. Гунько, Е. И. Медведева // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плод.-овощеводству ; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Т. 27. – С. 19–23.
3. Шанина, Е. П. Анализ комбинационной способности исходных родительских форм картофеля по признаку продуктивности / Е. П. Шанина, Е. М. Клюкина, М. А. Стафеева // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плод.-овощеводству ; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Т. 24. – С. 56–62.
4. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. – М. : НИИКХ РСФСР, 1978. – 19 с.
5. Симаков, Е. А. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Е. А. Симаков, Н. П. Склярова, И. М. Яшина ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха. – М. : ВНИИКХ, 2006. – 68 с.

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

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

8. 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. Андрушина [и др.]. – М., 1987. – 225 с.

Поступила в редакцию 21.11.2024 г.

YU. V. GUNKO, V. L. MAKHANKO

NEW PROMISING AND APPROVED EARLY AND MID-EARLY POTATO VARIETIES OF BELARUSIAN BREEDING

SUMMARY

Over the past 15 years, the Republican Unitary Enterprise «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Potato, Fruit, and Vegetable Growing» has developed 12 early and mid-early ripening potato varieties. The description of the varieties Zorachka, Falvarak, Manifest, Palats, Pershatsvet, Yuliya, and Mastak are provided and included in the State register of agricultural plant varieties, while the varieties Desyatka, Umka, Krasavik, Nesterka, and Feniks are undergoing state trials.

Key words: potato; breeding; varieties; yield; starch content.

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

СЕЛЕКЦИЯ НИГЕЛЛЫ (*NIGELLA* L.)

РЕЗЮМЕ

*Сорт является главным фактором управления урожайностью сельскохозяйственных культур. В результате целенаправленной селекции методом внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором получен новый сорт Беларуска і Духмяны *N. sativa* (высокоурожайный, позднего срока созревания с ярко выраженным камфорным ароматом семян) и методом индивидуального отбора – сорт Пяшчота *N. damascena* (среднепозднего срока созревания с нежно-белыми махровыми цветками и ярко выраженным яблочко-земляничным ароматом семян, отличающийся также высокой урожайностью, декоративностью и содержанием эфирных масел).*

Ключевые слова: сорт; селекция; нигелла; отбор; гибридизация.

ВВЕДЕНИЕ

Сорт является главным фактором управления урожайностью сельскохозяйственных культур, во всем мире селекция – наиболее эффективный и экологически безопасный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур и качества продукции. Однако следует иметь в виду, что ни один сорт не может в различных погодных, почвенных и агротехнических условиях выращивания формировать одинаково хорошую и стабильную урожайность. Основной задачей селекционера является совмещение в одном сорте нескольких признаков, таких как красивый внешний вид, длительное хранение и хорошие вкусовые качества, высокая отзывчивость на новые технологии и внесение удобрений. Главными направлениями селекции являются: селекция растений на стабильно высокую урожайность; скороспелость в сочетании с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам; селекция на высокое качество продукции [1, 2].

Селекционную работу следует начать с подбора исходного материала и создания модели сорта исходя из того, что фенотип есть результат реализации генотипа в определенных условиях окружающей среды. Прежде чем приступить к созданию сорта, селекционер должен четко представлять его будущие признаки и свойства на основе своих знаний и интуиции и разработать модель будущего сорта, которая в значительной степени зависит, например, от правильности подбора родительских компонентов скрещивания. Модель – это гипотетическое растение с детерминированным соотношением морфологических, биохимических, технологических и других показателей, эффективно реагирующих (увеличением продуктивности) на улучшение условий выращивания. Составление модели является важным этапом селекционного процесса и ее можно рассматривать даже как отдельный технологический процесс, имеющий специфические методы и цели. Модель сорта определяется как способом ее получения, так и будущими условиями его культивирования, полученными на их основе.

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

Поэтому она включает не только определенный набор хозяйственно полезных признаков, но и условия реализации генетического потенциала, учитывает изменчивость признаков, физиолого-биохимические предпосылки получения высокого и стабильного урожая при неблагоприятных стрессовых условиях. Эффективность селекционного процесса может быть оценена по конечному результату – созданию сорта [3].

При создании модели сорта нигеллы, или черного тмина (*Nigella L.*) необходимо придерживаться нескольких принципов:

1. Установить признаки сорта, которые являются результатом его взаимодействия с окружающей средой. Прежде всего определяют лимитирующие факторы (низкие или высокие температуры, засуха, вспышки вредителей, болезней и т. д.), чтобы знать признаки нового сорта, которые противопоставляются факторам среды, лимитирующим урожайность. Также необходимо учесть те благоприятные факторы среды, которые существуют объективно: качество пашни, распределение и количество выпадающих осадков, возможность орошения, нормы и дозы минеральных удобрений, сроки сева и т. д.;

2. Определить признаки сорта, обусловленные взаимоотношением с другими растениями. Устанавливают плотность посева, которая будет зависеть от положения в пространстве листьев, высоты стеблей, уровня агротехники, опасности возникновения эпифитотий и т. д.;

3. Выяснить потребности товарного рынка. Необходимо определить желательные качества нового сорта – содержание жирных и эфирных масел, аминокислот, витаминов, тимохинона, макро- и микроэлементов, ароматичность, декоративность и т. д.

После соблюдения указанных принципов и с учетом того, что селекцию трудно вести сразу по большому количеству признаков, целесообразно выделить основные из них:

селекция на увеличение урожайности: количества побегов, цветков и плодов на растении;

селекция на ароматичность: компонентный состав и содержание эфирных масел в семенах;

селекция на повышенное содержание биологически активных веществ: содержание тимохинона, витаминов, аминокислот, макро- и микроэлементов;

селекция на масличность: компонентный состав и содержание жирных масел в семенах;

селекция на устойчивость к полеганию.

Так, желательный генотип нужно разрабатывать путем включения в него генов, контролирующих те признаки, по которым ведется селекция. Отбор проводят по фенотипу, поэтому его целесообразно определять при помощи основных признаков и элементов структуры урожая, которые можно последовательно проследить в ходе онтогенетического развития, с тем чтобы установить их пределы и как конечный результат выразить в желательном генетическом потенциале продуктивности.

При разработке общего плана выведения нового сорта черного тмина (*Nigella L.*) необходимо выяснить следующие положения:

1. Определить направление селекции;

2. Осуществить соответствующий подбор материала и применить соответствующие методы скрещивания родительских пар;

3. Выбрать соответствующий метод отбора;

4. Установить генетический состав сорта, который будет создаваться в процессе селекции;

5. Установить тип опыта, уровень агротехники, сезоны, места проведения испытаний и т. д.

Так, например, в полевых условиях необходимо оценивать морфометрические и фенологические признаки и показатели семенной продуктивности; в лабораторных условиях – показатели биохимического состава (содержание сухого вещества, витаминов, эфирных масел, жирных масел, сырого протеина, жира, азота, фосфора, калия, кальция, магния и других макро- и микроэлементов), компонентный состав эфирных и жирных масел и аминокислотный состав семян [4, 5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Селекционные исследования проводились в 2012–2024 гг., по результатам которых была разработана методика создания сорта черного тмина (*Nigella L.*) от подбора, оценки исходного материала до отбора лучших растений, государственного испытания и ведения первичного семеноводства. Необходимо отметить, что в селекционной работе с черным тмином одним из распространенных методов является индивидуальный отбор, который основывается на оценке по потомству отобранных и индивидуально размножаемых лучших по устойчивости растений; внутривидовая гибридизация – скрещивание между собой 2-х и более сортов, различающихся на генетической основе; индуцированный мутагенез, который основан на искусственных мутациях с дальнейшим отбором [5, 6].

Схема селекции черного тмина, или нигеллы, состоит из следующих этапов:

1. Планирование селекционного процесса включает постановку целей и задач, разработку моделей будущих сортов, составление программ исследований и планов закладки опытов;

2. Создание исходного материала начинается с привлечения имеющихся образцов мировой коллекции ВИР и других селекционных научных учреждений, сбора местных сортов и популяций и получения новых форм растений различными методами;

3. Выделение родоначальных растений с необходимыми фенотипами осуществляется в обычных условиях и на провокационных фонах в результате тщательной оценки изучаемых объектов по прямым и косвенным признакам;

4. Сравнительное испытание потомств отобранных растений проводится по семьям в селекционных питомниках (СП), номерам в контрольных питомниках (КП), сортообразцам в конкурсном (КСИ), экологическом (ЭСИ) при необходимости и производственном сортоиспытаниях (ПСИ);

5. Государственное сортоиспытание (ГСИ) является завершающим этапом селекции, при положительных результатах которого новый сорт заносится в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений;

6. Внедрение районированных сортов в производство осуществляется при непосредственном участии и под авторским контролем его создателей через систему семеноводства.

Отбор лучших растений черного тмина с ценными хозяйственными признаками возможно осуществлять по следующим параметрам: до цветения – общее количество побегов на растении, сроки завязывания бутонов цветка, высота растений, склонность к полеганию; во время цветения – количество плодолистиков цветка, тип и окраска чашелистиков цветка; после цветения – количество семязачатков в плодолистике, сроки созревания семян, растрескиваемость листовок.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Согласно схеме селекционного процесса овощных культур [6], опыты по созданию сортов черного тмина (*Nigella L.*) закладывались в следующей последовательности:

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

I этап – питомник исходного материала (коллекционный и гибридный);
II этап – селекционный питомник;
III этап – контрольный питомник и предварительное испытание;
IV этап – конкурсное (государственное) сортоиспытание. Этапы процесса создания сорта продемонстрированы на примере сорта нигеллы Беларускі Духмяны и сорта Пяшчота.

В питомнике исходного материала в ходе исследований решались следующие задачи:

- 1) изучение имеющегося генофонда нигеллы и его оценка по морфологическим и хозяйственным признакам;
- 2) отбор сортообразцов, перспективных по различным направлениям селекции, и подбор исходных родительских пар для скрещивания;
- 3) разработка методики искусственного опыления нигеллы.

При создании сорта Беларускі Духмяны нигеллы посевной было проведено скрещивание в гибридном питомнике и получена комбинация скрещивания НП-13/4×НП-13/2. На следующий год комбинация была высеяна в гибридном питомнике изолированно от других гибридов. В течение 7 лет вели работу, направленную на получение сорта позднего срока созревания с высоким количеством побегов, плодолистиков в листовке и соответственно семенной продуктивностью. Более ровные селекционные семьи затем высевали в селекционном питомнике для продолжения испытания. Схема селекционного процесса создания сорта Беларускі Духмяны представлена на рисунке 1.

В селекционном питомнике семьи оценивали по фенологическим и морфологическим признакам, урожайности и качеству, устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям внешней среды. Затем лучшие семьи, сходные по основным хозяйственно полезным признакам, были объединены и переданы в контрольный питомник с присвоенным названием Беларускі Духмяны.

В контрольном питомнике перспективный сорт черного тмина Беларускі Духмяны был всесторонне изучен: проводили фенологические наблюдения, учет урожайности,

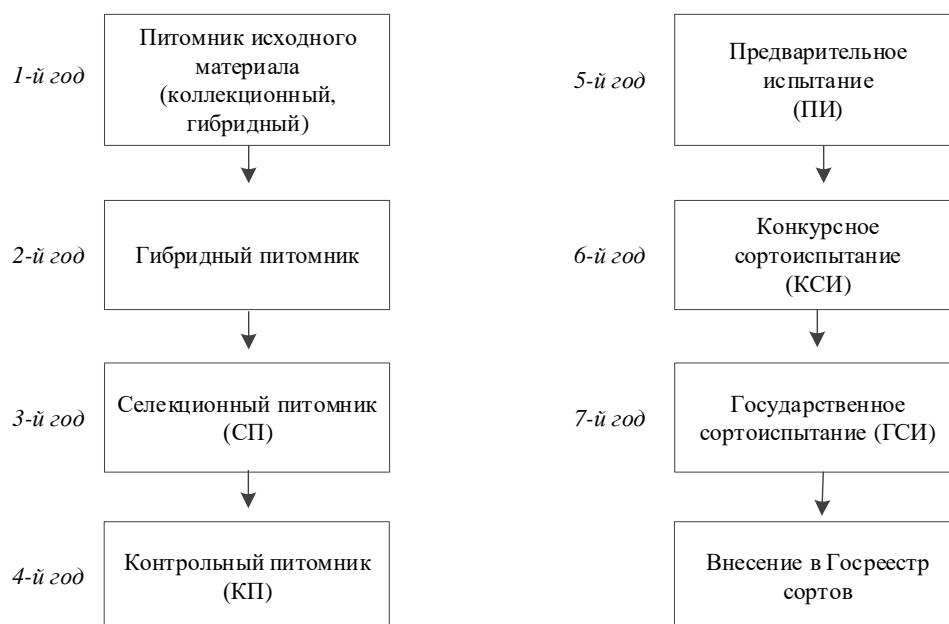


Рисунок 1 – Схема селекционного процесса создания сорта Беларускі Духмяны

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

определяли качество семян. На следующий год сорт был передан на предварительное испытание, затем на конкурсное сортоиспытание, после чего новый перспективный сорт проходил государственное сортоиспытание и внедрение в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений.

При создании сорта Пяшчота нигеллы дамасской применяли метод индивидуального отбора. В питомнике исходного материала был изучен имеющийся генофонд нигеллы и проведена его оценка по морфологическим и хозяйственным признакам, а также произведен индивидуальный отбор растений, имеющих необходимые признаки для создания будущего сорта. Растения были изолированы, семена с каждого растения собраны в отдельные пакеты. На следующий год произведен высеv и отбор семян в селекционном питомнике. Схема селекционного процесса создания сорта Пяшчота представлена на рисунке 2.

В данном питомнике семьи отобранных растений находились до тех пор, пока не приобрели нужной однородности по тем признакам, на которые вели селекцию. В каждом поколении отбора селекционные семьи оценивали по фенологическим и морфологическим признакам, урожайности и его качеству, устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям внешней среды. Когда селекционный материал достиг определенной выровненности, лучшие семьи, сходные по основным хозяйственно полезным признакам, были объединены и переданы в контрольный питомник с присвоенным названием Пяшчота. В контрольном питомнике перспективный сорт черного тмина Пяшчота был всесторонне изучен: проводили фенологические наблюдения, учет урожайности, определяли качество семян, декоративные качества. На следующий год сорт был передан на предварительное испытание, а после – на конкурсное сортоиспытание, затем новый перспективный сорт проходил государственное сортоиспытание и внедрение в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь.

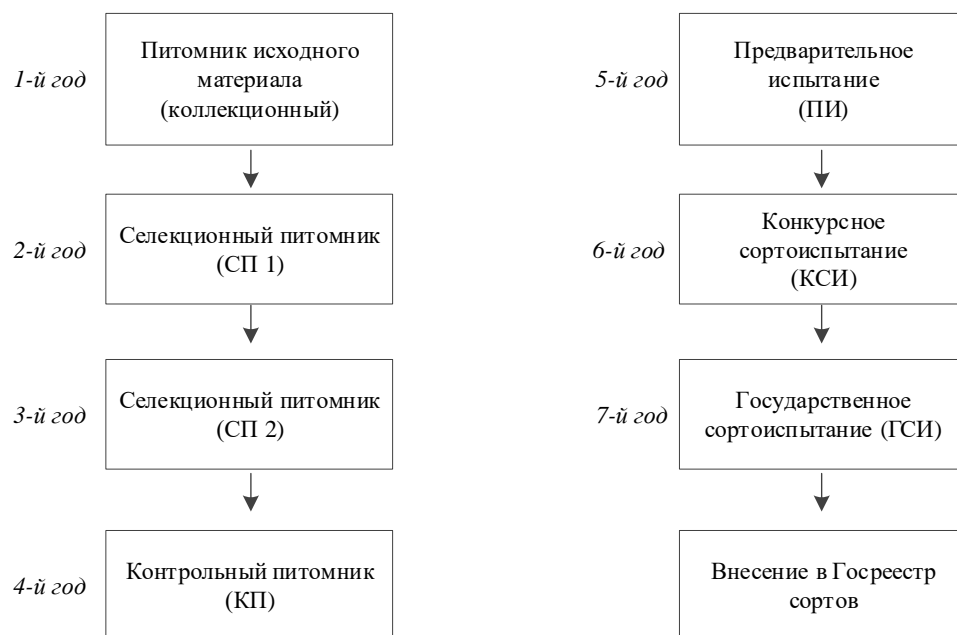


Рисунок 2 – Схема селекционного процесса создания сорта Пяшчота

В результате целенаправленной селекции методом внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором получен новый сорт Беларускі Духмяны *N. Sativa* (высокоурожайный, позднего срока созревания с ярко выраженным камфорным ароматом семян) и методом индивидуального отбора – сорт Пяшчота *N. damascena* (среднепозднего срока созревания с нежно-белыми махровыми цветками и ярко выраженным яблочно-земляничным ароматом семян, отличающийся также высокой урожайностью, декоративностью и содержанием эфирных масел).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Включение сортов Беларускі Духмяны и Пяшчота в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений и его дальнейшее использование в производственных посевах позволило внести разнообразие в сортимент уже имеющихся сортов как по морфологическим, так и по хозяйственно ценным признакам.

Список литературы

1. Муханова, Ю. Н. Зеленные и пряные овощные культуры / Ю. Н. Муханова, К. А. Требухина, А. Г. Туленкова. – М. : Россельхозиздат, 1981. – 201 с.
2. Таранухо, Г. И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур / Г. И. Таранухо. – Минск : Ураджай, 2001. – 314 с.
3. Сачивко, Т. В. Оценка исходного материала базилика (*Ocimum L.*) и его использование в селекции : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 05.30.01 / Сачивко Татьяна Владимировна ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2014. – 22 с.
4. Характеристика сорта Искра нигеллы дамасской (*Nigella damascena L.*) / А. Л. Исакова, А. В. Исаков, В. Н. Прохоров, Е. В. Феськова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 66–69.
5. Характеристика сорта Знахарка нигеллы посевной (*Nigella sativa L.*) / А. Л. Исакова, А. В. Исаков, В. Н. Прохоров [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. – С. 79–81.
6. Шлаш, М. С. Особенности цветения и опыления чернушки посевной / М. С. Шлаш, Н. М. Найда, А. А. Детков // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования : материалы V Междунар. симп., Москва, Пушкино, 9–14 июня 2003 г. – М. : Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 2003. – Т. 2. – 108 с.

Поступила в редакцию 15.11.2024 г.

A. L. ISAKOVA

BREEDING OF NIGELLA L.

SUMMARY

*Variety is a key factor in managing crop yield. As a result of targeted breeding through intraspecific hybridization followed by individual selection, a new variety, Belaruskі Dukhmyany *N. sativa*, was developed. It is high-yielding, late-maturing, and characterized by a pronounced camphor aroma of seeds. Additionally, through individual selection, the variety Pyashchota *N. damascena* was obtained. It is medium-late maturing, with delicate white double flowers, a pronounced apple-strawberry aroma of seeds, and notable for its high productivity, ornamental qualities, and high essential oil content.*

Key words: variety; breeding; nigella; selection; hybridization.

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

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НОВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

РЕЗЮМЕ

Приведена оценка новых сортов картофеля среднеранней группы спелости селекции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» по биохимическим показателям: содержание сухих веществ, суммарного белка, витамина С, редуцирующих сахаров, нитратов. Сорт картофеля Нестерка отличается от контрольного сорта Манифест более высоким накоплением сухих веществ, суммарного белка и витамина С. Сорт картофеля Феникс находится на уровне контрольного сорта Манифест по накоплению биохимических веществ.

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

ВВЕДЕНИЕ

Картофель как продовольственная культура широко распространен в мире благодаря своим ценным пищевым качествам. Клубни картофеля богаты углеводами, особенно легкоусвояемым крахмалом, полноценным белком, содержащим все незаменимые аминокислоты, минеральными веществами.

Основная составная часть клубней – вода и крахмал. Другие органические и минеральные вещества содержатся в значительно меньших количествах, однако играют важную роль. Различия биохимического состава у разных сортов картофеля довольно большие, что связано с сортовыми особенностями, почвенно-климатическими условиями, уровнем и особенностями агротехники. Биохимический состав может существенно различаться даже у клубней одного куста.

Сухое вещество составляет в среднем около 25 % массы клубней. Его количество обуславливается прежде всего сортовыми особенностями картофеля. Как правило, позднеспелые сорта отличаются повышенным содержанием сухого вещества. Однако некоторые ранние сорта накапливают сухого вещества на уровне поздних или несколько выше [1]. Значительные колебания по накоплению сухого вещества наблюдаются и у сортов, относящихся к одной группе спелости, они могут достигать 6–7 %. В этой связи количество сухого вещества считают сортовым признаком, не обязательно зависящим от скороспелости картофеля [2].

Содержание редуцирующих сахаров в клубнях картофеля, независимо от сорта и года проведения исследований, возрастает от уборки к концу хранения.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Количество витамина С в клубнях картофеля колеблется в больших пределах в зависимости от различных факторов, главным образом от сорта картофеля, почвенно-климатических условий и агротехники. Пределы этого варьирования неодинаковы в разные годы. Сухая погода способствует накоплению витамина С, а влажная и холодная – снижению [3].

В Республике Беларусь картофель является одной из основных сельскохозяйственных культур. Площадь посадок под картофелем составляет около 173 тыс. га и уступает по этому показателю только зерновым культурам [4].

В настоящее время востребованы высокопродуктивные и адаптивные сорта картофеля, сочетающие высокие кулинарные и технологические качества с устойчивостью к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды.

Ежегодно Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь пополняется новыми отечественными сортами картофеля, которые отличаются высокой продуктивностью, устойчивостью к основным болезням и вредителям, пригодностью к промышленной переработке. Новые сорта картофеля обладают также высокими потребительскими качествами, одно из которых – питательная ценность. Питательная ценность картофеля обусловлена содержанием в нем суммарного белка, сухих веществ, витамина С.

В 2023 г. переданы в государственное сортоиспытание два новых сорта селекции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» – Феникс и Нестерка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

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

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), БГСХА (Горецкая экологическая точка), Гомельской, Могилевской, Брестской ОСХОС НАН Беларуси (Гомельская, Могилевская, Брестская экологические точки).

Клубневой материал выращен на дерново-подзолистой почве различного гранулометрического состава. Метеорологические условия вегетационных периодов были достаточно контрастными по годам, что позволило выявить и достоверно установить влияние метеорологических факторов на исследуемые признаки.

Содержание сухого вещества определяли высушиванием при температуре 105 °С по ГОСТ 31640-2012 [5], витамина С – титриметрически по ГОСТ 24556-89 [6], нитратов – потенциметрически по ГОСТ 34570-2019 [7], суммарного белка – с реактивом Оранж Ж [8], редуцирующих сахаров – с реактивом Самнера [9].

Экспериментальные данные обработаны на ПЭВМ с использованием ряда пакетов специализированных прикладных программ (AB-Stat V – 1,1, Microsoft Excel) [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Новые сорта картофеля Феникс и Нестерка относятся к среднеранней группе спелости. Клубни изучаемых сортов оценены в 2022–2023 гг. по следующим биохимическим

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

показателям: содержание сухих веществ, суммарного белка, витамина С, редуцирующих сахаров, нитратов (табл. 1).

В клубнях сорта картофеля Феникс в зависимости от почвенно-климатических условий выращивания накапливается от 17,5 до 23,7 % сухих веществ. Биохимическая ценность протеина картофеля обусловлена наличием почти всех незаменимых аминокислот. В клубнях исследуемого образца содержалось 0,69–1,16 % суммарного белка, 11,0–25,8 мг% витамина С, 0,09–0,83 % редуцирующих сахаров, 58,5–202,5 мг/кг нитратов. По содержанию питательных веществ образец находится на уровне контрольного сорта Манифест.

Клубни сорта картофеля Нестерка содержат 20,1–25,8 % сухих веществ, 0,83–1,23 % суммарного белка, 11,6–30,2 мг% витамина С, 0,11–0,51 % редуцирующих сахаров, 66,9–394,7 мг/кг нитратов. Данный образец отличается более высоким накоплением сухих веществ, суммарного белка и витамина С в сравнении с контрольным сортом Манифест.

Установлено, что содержание сухих веществ и суммарного белка в клубнях картофеля слабо изменяется в зависимости от погодных условий вегетационного периода и гранулометрического состава почвы. Для показателя «содержание сухих веществ» характерно слабое варьирование, «содержание суммарного белка» – среднее, а для показателей «содержание витамина С», «содержание редуцирующих сахаров», «содержание нитратов» – значительное.

Для оценки сортов по питательной ценности результаты биохимических анализов представлены в баллах по шкале (табл. 2) [8]. Чем выше балл, тем ценнее сорт по потребительским показателям. Для сорта картофеля Нестерка характерно среднее содержание суммарного белка, сухих веществ, выше среднего – содержание витамина С; для сорта Феникс характерно низкое количество сухих веществ и среднее – суммарного белка и витамина С. Таким образом, питательная ценность клубней сорта Нестерка на уровне контрольного сорта Манифест.

Таблица 1 – Биохимический состав клубней сортов картофеля, 2022–2023 гг.

Показатели	Сухое вещество, %	Суммарный белок, %	Витамин С, мг%	Редуцирующие сахара, %	Нитраты, мг/кг
Манифест (контроль)					
lim	18,8–23,9	0,86–1,11	9,7–21,6	0,09–0,44	58,5–520,5
\bar{x}	20,6	0,96	14,5	0,23	175,0
V, %	8,4	10,5	30,0	58,9	70,7
Феникс					
lim	17,5–23,7	0,69–1,16	11,0–25,8	0,09–0,83	58,5–202,5
\bar{x}	19,5	0,96	14,7	0,31	106,8
V, %	8,7	13,4	31,2	85,4	51,4
Нестерка					
lim	20,1–25,8	0,83–1,23	11,6–30,2	0,11–0,51	66,9–394,7
\bar{x}	23,1	1,07	16,5	0,22	146,9
V, %	7,2	11,4	34,7	58,1	64,9

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

Таблица 2 – Оценка клубней картофеля по биохимическим показателям в баллах

Образец	Сухие вещества	Суммарный белок	Витамин С	Редуцирующие сахара	Общий
Манифест (контроль)	5,0	5,0	5,0	9,0	24,0
Нестерка	5,0	5,0	6,0	9,0	25,0
Феникс	3,0	5,0	5,0	7,0	20,0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые сорта картофеля отечественной селекции оценены по содержанию биохимических веществ в клубнях и питательной ценности. Сорт картофеля Нестерка отличается от контрольного сорта Манифест более высоким накоплением сухих веществ, суммарного белка и витамина С. Сорт картофеля Феникс находится на уровне контрольного сорта Манифест по накоплению биохимических веществ.

Список литературы

1. Альсмик, П. И. Селекция картофеля в Белоруссии / П. И. Альсмик. – Минск : Ураджай, 1979. – 127 с.
2. Росс, Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы / Х. Росс. – М. : Агропромиздат, 1989. – 183 с.
3. Содержание витамина С и бета-каротина в овощах, выращенных в различных регионах России / М. П. Григорьева [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1997. – № 10. – С. 16–18.
4. Статистический ежегодник 2023. – Минск : Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2023. – 322 с. – URL: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/0a7/lk1zigmat2zbcwvo3ljrflm1tow2f5zd2.pdf> (дата обращения: 18.11.2024).
5. Корма. Методы определения содержания сухого вещества : ГОСТ 31640-2012 ; введ. 01.07.2013. – М. : Стандартиформ, 2012. – 5 с.
6. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С : ГОСТ 24556-89 ; введ. 01.01.1990. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 9 с.
7. Фрукты, овощи и продукты их переработки. Потенциометрический метод определения нитратов : ГОСТ 34570-2019 ; введ. 01.07.2023. – М. : Стандартиформ, 2019. – 17 с.
8. 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.
9. Luchhisinger, W.W. Reducing power by the dinitrosallycyl acid method / W. W. Luchhisinger, V. A. Corneski // Anal. Biochem. – 1962. – № 4. – P. 346.
10. 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 21.11.2024 г.

L. N. KOZLOVA, O. B. NEZAKONOVA

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF NEW POTATO VARIETIES OF BELARUSIAN SELECTION

SUMMARY

An assessment of new potato varieties of the mid-early ripeness group selected by the RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Potato, Fruit and Vegetable Growing» based on biochemical indicators is given: dry matter content, total protein, vitamin C, reducing sugars, nitrates. The Nesterka potato variety differs from the Manifest control variety in its higher accumulation of dry matter, total protein and vitamin C. The Feniks potato variety is at the level of the Manifest control variety in terms of the accumulation of biochemical substances.

Key words: potato; dry 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,
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

ОЦЕНКА НОВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ВЕНЕРА, ВИЛИЯ, ЛЕКАР ПО МОРФО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

РЕЗЮМЕ

Новые сорта картофеля Венера, Вилия, Лекар среднеспелой группы спелости селекции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» изучены по морфо-технологическим показателям: характер поверхности, индекс формы, количество и глубина заложения 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 заложения глазков; количество отходов при очистке; устойчивость к потемнению мякоти.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – это одна из самых важных продовольственных культур после риса и пшеницы, которые употребляет весь мир. Более 1 млрд чел. питаются данной культурой, а производство в настоящее время превышает 370 млн т в год, собираемых на 17 млн га земли [1]. Лидерами по производству картофеля являются Китай, Индия, Украина. Что касается урожайности, то в тройку лидеров входят США (49,0 т/га), Германия (44,4), Нидерланды (42,0 т/га). Актуальные статистические данные также свидетельствуют о том, что мировое потребление данной культуры на душу населения составляет 32,3 кг. Беларусь, Украина, Руанда, Латвия, Казахстан, Россия, Польша, Румыния, Кыргызстан и Перу входят в первую десятку стран мира с самым высоким потреблением картофеля на душу населения [2].

Согласно данным ФАО, Республика Беларусь занимает 18 место в мире по объемам производства картофеля, обеспечивая 1,6 % совокупного мирового производства. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь за 2023 г., валовой сбор картофеля составил 4 021 тыс. т при урожайности 24,8 т/га, производство картофеля на душу населения – 438 кг, потребление картофеля и картофельных продуктов – 162 кг [3].

Для повышения конкурентоспособности сортов картофеля отечественной селекции и продвижения их в производство особенно важным направлением является развитие селекции, способствующей улучшению внешнего вида, питательной ценности и столовых качеств картофеля.

Клубни столовых сортов картофеля, предназначенных для потребления в свежем виде, должны обладать комплексом четко выраженных внешних признаков,

обеспечивающих их востребованность у широких слоев населения. К морфологическим признакам, определяющим качество товарного урожая столовых сортов картофеля, относятся: характер поверхности, форма клубней, количество и глубина заложения глазков. Наиболее привлекательны клубни с выровненной поверхностью, без наростов, углублений и трещин, округлой или округло-овальной формы, с минимальным количеством глазков и неглубоким их залеганием. Из технологических показателей наиболее важными являются устойчивость клубней к потемнению мякоти до и после варки и количество отходов при их очистке.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований служили клубни сортов картофеля питомника конкурсного испытания 2–4 года Венера, Вилия и Лекар среднеспелой группы спелости.

Исследования проводили в лаборатории биохимической оценки картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2021–2022 гг. Клубневой материал получен в отделе селекции картофеля центра (Самохваловичская экологическая точка), Гродненском зональном институте растениеводства НАН Беларуси (Гродненская экологическая точка), БГСХА (Горецкая экологическая точка), Гомельской, Минской, Могилевской, Брестской ОСХОС НАН Беларуси (Гомельская, Минская, Могилевская, Брестская экологические точки).

Клубневой материал выращен на дерново-подзолистой почве различного гранулометрического состава: супесчаной – на Гродненской, Гомельской, Брестской, Могилевской экологических точках; легкосуглинистой – на Самохваловичской, Горецкой, Минской; среднесуглинистой – на Витебской. Метеорологические условия вегетационных периодов были достаточно контрастными по годам, что позволило выявить и достоверно установить влияние метеорологических факторов на исследуемые признаки.

Индекс клубней и глубину залегания глазков определяли путем замера штангенциркулем; характер поверхности – визуально; подсчитывали количество глазков на клубне; 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 [4].

Экспериментальные данные обработаны на ПЭВМ с использованием ряда пакетов специализированных прикладных программ (AB-Stat V – 1,1, Microsoft Excel) [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучены морфологические показатели новых сортов картофеля (табл. 1).

Клубни сорта картофеля Венера имеют выровненную поверхность, их форма с изменением условий выращивания варьирует от округлой (Самохваловичская, Брестская экологические точки) до овальной (Горецкая). На клубнях заложено 6–9 мелких глазков. Изменчивость вариационного ряда показателей «характер поверхности» и «глубина залегания глазков» незначительная, «индекс формы» и «количество глазков» средняя (коэффициент вариации 9,1; 6,5; 11,0; 12,3 % соответственно). Количество отходов при механической очистке и ручной доочистке клубней значительно зависит от условий выращивания (коэффициент вариации 25,7 %), изменяясь от 3,1 (Горецкая) до 8,3 % (Минская экологическая точка) (табл. 2). Клубни сорта Венера (в среднем по опыту) среднеустойчивы к потемнению мякоти до (неферментативное) и после варки (ферментативное) (5,4; 5,6 балла соответственно). Однако этот показатель значительно

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

Таблица 1 – Морфологические показатели клубней различных сортов картофеля, 2021–2022 гг.

Показатели	Характер поверхности, балл	Индекс формы	Количество глазков, шт.	Глубина залегания глазков, мм
Венера				
lim	6,0–8,0	0,98–1,33	6,0–9,0	1,01–1,17
\bar{x}	7,3	1,14	7,0	1,08
V, %	9,1	11,0	12,3	6,5
Виляя				
lim	6,0–9,0	0,87–1,33	7,0–10,0	1,00–1,44
\bar{x}	7,5	1,16	9,0	1,11
V, %	14,2	9,9	12,4	11,9
Лекар				
lim	4,0–8,0	1,12–1,49	6,0–11,0	1,04–1,40
\bar{x}	6,0	1,29	8,0	1,22
V, %	17,3	8,5	13,7	8,1

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

Таблица 2 – Технологические показатели клубней различных сортов картофеля, 2021–2022 гг.

Показатели	Количество отходов при очистке, %	Потемнение мякоти клубней, балл	
		неферментативное	ферментативное
Венера			
lim	3,1–8,3	3,0–7,0	4,5–8,0
\bar{x}	6,6	5,4	5,6
V, %	25,7	26,1	20,1
Виляя			
lim	4,8–14,5	5,0–8,0	5,0–8,5
\bar{x}	8,1	6,3	6,7
V, %	35,9	16,4	11,6
Лекар			
lim	7,9–18,8	2,0–8,0	5,0–8,0
\bar{x}	12,2	6,0	6,4
V, %	27,1	25,3	13,3

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

колеблется в зависимости от условий выращивания, слабое изменение цвета мякоти зафиксировано на Витебской экологической точке.

У клубней сорта Виляя поверхность выровненная, форма клубней на Гомельской и Самохваловичской точках округлая, Гродненской, Брестской, Могилевской, Горецкой, Минской, Витебской – округло-овальная. Изменчивость признака «индекс формы» незначительная, коэффициент вариации 9,9 %. На клубнях заложено по 7–10 очень мелких и средних глазков. Показатель «глубина залегания глазков» средне изменяется в зависимости от условий выращивания – от 1,00 до 1,44 мм (коэффициент вариации 11,9 %). Количество отходов при механической очистке и ручной доочистке клубней зависит от условий выращивания, изменяется от 4,8 до 14,5 % (коэффициент вариации 35,9 %). Клубни сорта Виляя в среднем по опыту среднеустойчивы к потемнению мякоти до и после варки (6,3; 6,7 балла соответственно). Наиболее устойчивы к обоим типам потемнения клубни, выращенные на Могилевской экологической точке.

Для клубней сорта Лекар характерна невыровненная поверхность с единичными наростами и углублениями. С изменением условий выращивания форма клубней может быть от округло-овальной до овальной (Гродненская, Самохваловичская, Горещкая точки). На клубнях заложено по 6–11 очень мелких и средних глазков. Показатель «глубина залегания глазков» незначительно изменяется в зависимости от условий выращивания – от 1,04 до 1,40 мм (коэффициент вариации 8,1 %). Количество отходов при механической очистке и ручной доочистке клубней значительно зависит от условий выращивания, изменяясь от 7,9 до 18,8 % (коэффициент вариации 27,1 %). Клубни сорта Лекар в среднем по опыту среднеустойчивы к потемнению мякоти до и после варки (6,0; 6,4 балла соответственно). Наиболее устойчивы к обоим типам потемнения клубни, выращенные на легкосуглинистой почве Горещкой и Минской экологических точек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для повышения конкурентоспособности отечественной селекции в отделе селекции картофеля созданы сорта Венера, Вилия, Лекар среднеспелой группы спелости. Изучаемые образцы сочетают комплекс хозяйственно ценных признаков с привлекательным внешним видом: от округлой до округло-овальной формы, с мелкими глазками. Внедрение их в производство позволит оптимально удовлетворить различающиеся запросы потенциальных потребителей продукции.

Список литературы

1. Проблемы современного производства картофеля / А. А. Голиков, С. Н. Борычев, М. А. Липатова, Е. С. Воротников // Вестник РГАТУ. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 106–112.
2. Карпович, Н. Мировой рынок картофеля и картофелепродуктов и место Беларуси в нем / Н. Карпович, Е. Макуцня // Аграрная экономика. – 2022. – № 1. – С. 3–16.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь : стат. буклет / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск, 2024. – 36 с.
4. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев, И. И. Колядко, В. Л. Маханько [и др.]. – Минск, 2003. – 70 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1968. – 336 с.

Поступила в редакцию 29.11.2024 г.

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

EVALUATION OF NEW POTATO VARIETIES VENERA, VILIYA, LEKAR BASED ON MORPHOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS

SUMMARY

New potato varieties Venera, Viliya, and Lekar of the medium-maturity group, developed by the RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Potato, Fruit and Vegetable Growing», were studied for their morphological and technological characteristics: surface texture, shape index, number and depth of buds, waste percentage during mechanical peeling and manual trimming, and resistance to flesh darkening.

Key words: potato; variety; surface texture; shape index; number of buds; depth of buds; peeling waste; resistance to flesh darkening.

УДК 635.21:632.3

А. Ю. Косило, младший научный сотрудник

О. В. Соловей, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий лабораторией иммунодиагностики картофеля

Д. В. Боброва, младший научный сотрудник

Е. В. Радкович, кандидат биологических наук, доцент, специалист

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

ПОДБОР НАКОПИТЕЛЕЙ И ПОЛУЧЕНИЕ ОЧИЩЕННОГО ВИРУСНОГО ПРЕПАРАТА S-ВИРУСА КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты исследований по отбору белорусских изолятов SBK, предназначенных для проведения искусственного заражения растений-накопителей при получении препарата S-вируса картофеля.

Ключевые слова: препарат; вирус; S-вирус; выделение; очистка; картофель; томат; ИФА.

ВВЕДЕНИЕ

Вирусные болезни распространены практически повсеместно, причем наблюдается возрастание их вредоносности в основных картофелепроизводящих регионах. Особенно опасная тенденция наблюдается в связи с усилением вредоносности тяжелых форм вирусного поражения (морщинистая и полосчатая мозаика, скручивание листьев и др.) на многих сортах картофеля [1]. Вирусные болезни картофеля по вредоносности в ряде случаев превосходят грибные и бактериальные. Ежегодно от вирусов мировое картофелеводство теряет 15–20 % урожая.

Одним из широко распространенных в мире вирусов картофеля является S-вирус (SBK), который относится к роду *Carlavirus*, семейству *Betaflexiviridae*. Он часто вызывает легкие симптомы или поражает растения картофеля без симптомов, отрицательно влияет на размер клубней, потери урожая составляют до 20 %. Передача вируса происходит преимущественно контактным способом: при соприкосновении больных и здоровых растений, клубней, через орудия труда и сельскохозяйственную технику [2]. Многие изоляты PVS⁰ сами по себе не вызывают заметных симптомов у некоторых сортов картофеля. Однако у восприимчивых сортов некоторые изоляты вызывают волнистость краев листьев и некоторую шероховатость поверхности листьев [3].

Современные лабораторные методы, такие как иммуноферментный анализ (ИФА), полимеразная цепная реакция (ПЦР), создали принципиально новую возможность для выявления растительных вирусов. Данные методы исследований биологического материала принадлежат к самым достоверным и быстрым анализам.

В связи с тем, что в Республике Беларусь нет собственного производства реагентов для проведения ИФА, обязательное тестирование семенного материала сопряжено с закупкой иностранных тест-систем. Ориентированность оригинального семеноводства картофеля на тест-системы иностранных производителей связана с довольно значительными материальными затратами и зачастую приводит к ложноотрицательным

результатам, так как при производстве реагентов используются местные изоляты вирусов, характерные для определенных климатических условий производителей реагентов.

Для удешевления затрат при проведении тестирования на этапе оригинального семеноводства картофеля необходимо создание отечественных компонентов для тест-систем на основе местных изолятов вирусов. Использование вируса, полученного из растений-накопителей, позволит создать собственные антисыворотку и антитела к данному вирусу для дальнейшего использования в тестировании. Это, в свою очередь, поможет снизить экономические затраты на проведение ИФА.

Цель исследования – выделение белорусских изолятов S-вируса картофеля и поиск сортов томата, накапливающих вирус в высоких концентрациях, для получения очищенного вирусного препарата и дальнейшей иммунизации животных при производстве наборов реагентов для проведения ИФА.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в 2024 г. в лаборатории иммунодиагностики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Опытным материалом служили зеленые растения томатов сортов Невский, Сказка, Астраханский и Амурский. В 2022–2024 гг. в лаборатории иммунодиагностики проводилось тестирование методом ИФА более 40 сортов картофеля на наличие вирусной инфекции. Анализ полученных данных позволил отобрать клубни 14 сортов картофеля белорусской селекции, несущие моноинфекцию различных вирусов, в том числе носителей белорусских изолятов S-вируса картофеля.

Клубни отобранных образцов для индексации готовили согласно методике послеуборочного глазкового теста [4]. Спустя 3–4 недели, когда ростки достигали 5–7 мм, их вырезали с сектором околоростковой ткани клубня диаметром около 2 см и оставляли на 24 часа для опробкования. Затем индексы были высажены в субстрат. В качестве субстрата использовали смесь торфа с агроперлитом – продуктом термообработки природного минерала. Выращивание индексов осуществлялось при температуре 20–25 °С и освещенности 3000–4000 люкс при 16-часовом световом фотопериоде. Когда растения достигали высоты 15–18 см, методом ИФА проводили анализ листового материала клубней на наличие скрытой вирусной и бактериальной инфекции (ХВК, УВК, СВК, МВК, ВСЛК, АВК, черная ножка, бурая бактериальная гниль).

Вирус накапливали в растениях томата в отдельных контейнерах в изолированных теплицах. Растения выращивали начиная с первой декады июня в течение 2–3 месяцев. Накопление СВК и отсутствие вирусных примесей контролировали с помощью диагностических наборов на 14-е и 28-е сутки после заражения. Диагностика фитоинфекции проводилась методом ИФА. Для проведения данного анализа использовались диагностические наборы ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А. Г. Лорха». Статистическую обработку результатов проводили с помощью MS Excel 2010 и STATISTICA 6.0.

Листья томатов гомогенизировали в охлажденном 0,1М калий-фосфатном буфере (рН = 7,4), содержащем 2-меркаптэтанол. Осветление сока проводили центрифугированием 5 000 об/мин в течение 20 минут и добавлением тритона X-100 до 2,5 %. Вирус осаждали 5 %-м ПЭГ-6000 и 1,5 %-м хлоридом натрия в течение 1 ч при 4 °С с последующим центрифугированием 12 500 об/мин в течение 23 минут. После 3-кратной экстракции с использованием 0,1М глицинового буфера и низкоскоростного центрифугирования в течение 16 минут при 10 000 об/мин проводили высокоскоростное центрифугирование в бакет-ротаторе с использованием 25 %-й сахарозной подушки в течение

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

4 ч при 25 000 об/мин. Вирус, прошедший через сахарозную подушку, экстрагировали 0,1 М глициновым буфером и центрифугировали при 10 000 об/мин. Полученный вирусный препарат консервировали глицерином [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения исследования были подобраны растения-инфекторы различных сортов картофеля, сок которых был использован для инфицирования растений томатов. Отобраны образцы следующих сортов картофеля: 164080-3, Венера, Богач, Скарб, 092924-59, Крок, Першацвет, Янка, Лель, Лад, Архидея, Нара, 164068-38, 133151-19. Все растения-инфекторы тестировали методом ИФА в 2-кратной повторности. Критериями отбора являлись наличие моноинфекции S-вируса, а также значение оптической плотности выше 0,5 ед. (табл. 1).

Остальные растения-инфекторы были выбракованы, так как не соответствовали вышеуказанным критериям.

Для получения чистого вирусного препарата были проведены работы по подготовке боксов в стационарной теплице, высажены растения-инфекторы и растения – накопители вирусной инфекции. Проведено 2-кратное заражение методом механической инокуляции растений-накопителей соком, полученным с растений-инфекторов, согласно схеме опыта, приведенной в таблице 2.

В качестве растений-накопителей использованы растения томатов следующих сортов: Сказка, Невский, Амурский и Астраханский.

Во время вегетации на 14-е и 28-е сутки после заражения был выполнен ИФА растений-накопителей. По результатам ИФА, выполненного на 14 сутки после заражения, отмечено, что растения томатов сортов Сказка и Невский несут моноинфекцию PVS, в то время как растения томата сортов Астраханский и Амурский не накопили вирусной инфекции.

Повторный ИФА был выполнен на 28 сутки после заражения. Анализ полученных результатов ИФА показал, что лучшей комбинацией для заражения оказалась та, в которой в качестве растения-инфектора использовали гибрид картофеля 164068-38, а в качестве растения-накопителя – томат сорта Невский. Средние значения оптической плотности на 14-е и на 28-е сутки составляли 0,554 и 1,045 ед. соответственно (табл. 3).

Таблица 1 – Значение оптической плотности диагностики растений-инфекторов на наличие S-вируса картофеля методом ИФА, 2024 г.

Растения-инфекторы	Единицы оптической плотности	
	перед первым заражением	перед вторым заражением
Богач	0,491	0,675
164068-38	0,521	0,681
Крок	0,654	0,930
164080-3	0,629	1,018

Таблица 2 – Схема заражения растений-накопителей

Накопитель	Инфектор			
	164080-3	Крок	Богач	164068-38
Сказка	+	+	+	+
Невский	+	+	+	+
Амурский	+	+	+	+
Астраханский	+	+	+	+

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

Таблица 3 – Результаты ИФА на наличие PVS в растениях-накопителях в зависимости от растения-инфектора на 14-е и 28-е сутки (среднее значение оптической плотности, ед. опт. пл.), 2024 г.

Накопители (сорта томата)	Инфекторы (сорта и гибриды картофеля)							
	164080-3		Крок		Богач		164068-38	
	14-е сутки	28-е сутки	14-е сутки	28-е сутки	14-е сутки	28-е сутки	14-е сутки	28-е сутки
Сказка	0,237	0,542	0,241	0,42	0,173	0,106	0,107	0,333
Невский	0,378	0,866	0,282	0,923	0,169	0,322	0,554	1,045

Как видно из таблицы 3, низкое накопление PVS отмечается при заражении растений-накопителей, инокулированных соком растения-инфектора Богач. Сорта томата Астраханский и Амурский в исследовании дальше не участвовали из-за отсутствия накопления в них S-вируса картофеля.

После анализа результатов эксперимента нами установлены сочетания накопления вируса: «инфектор + накопитель». При инфицировании растений одного и того же сорта томата различными изолятами SBK уровень накопления вируса значительно варьировал. Так, при инфицировании растений томата сорта Сказка максимальный уровень накопления вируса отмечен для изолята с гибрида 164080-3 – 0,542 ед. опт. пл. на 28-е сутки, а минимальный – при использовании изолята с сорта Богач – 0,106 ед. опт. пл. Для растений томата сорта Невский уровень накопления SBK на 28-е сутки варьировал от 0,322 (инфектор Богач) до 1,045 (инфектор 164068-38) ед. опт. пл.

Таким образом, нами выделены наиболее эффективные сочетания «инфектор + накопитель» для получения максимального уровня накопления SBK: инфектор (картофель) 164068-38 + накопитель (томат) Невский; инфектор (картофель) 164080-3 + накопитель (томат) Сказка. Для определения эффективности накопления вирусной инфекции были проведены выделение и очистка вирусного препарата из растений сортов томата (табл. 4). Для этого собрали листья растений-накопителей томата сорта Невский, инокулированных соком растений-инфекторов 164080-3, Крок, Богач, 164068-38, в одну пробу и листья растений-накопителей томата сорта Сказка, инокулированных соком тех же растений-инфекторов, во вторую пробу. Выделение и очистку проводили методом разнотемпературного центрифугирования.

В результате проделанной работы был получен вирусный препарат к S-вирусу картофеля с концентрацией 0,67 мг/мл из растения-накопителя томата сорта Невский и 0,5 мг/мл из томата сорта Сказка. Общий объем полученного вирусного препарата составил 9,70 мг.

Таблица 4 – Выделение вирусного препарата SBK

Инфектор	Накопитель	Концентрация вирусного препарата, мг/мл	Объем полученного препарата, мл	Количество полученного препарата, мг
164080-3, Крок, Богач, 164068-38	Невский	0,67	8,26	5,53
164080-3, Крок, Богач, 164068-38	Сказка	0,5	8,34	4,17

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным динамического учета, при искусственном инфицировании (2-кратная механическая инокуляция) растений томата различных сортов белорусскими изолятами SBK, выделенными на различных сортах картофеля, максимальное накопление вируса картофеля отмечено на 28-е сутки после первой инокуляции.

Для получения вирусного препарата в качестве наиболее эффективных инфекторов выделены четыре образца картофеля: 164080-3, Богач, 164068-38 и Крок. Наилучшая накопительная способность S-вируса отмечена для растений томата сортов Невский и Сказка.

По результатам ИФА выделены наиболее эффективные сочетания «инфектор + накопитель» для получения максимального накопления SBK: инфектор (картофель) 164068-38 + накопитель (томат) Невский; инфектор (картофель) 164080-3 + накопитель (томат) Сказка. Средние значения оптической плотности на 14-е и на 28-е сутки составили 0,542 и 1,045 ед. опт. пл. соответственно

В результате исследования было получено два очищенных вирусных препарата к S-вирусу картофеля от растений-накопителей томатов сорта Невский и Сказка. Объем очищенного вирусного препарата составил 8,26 мл из томата сорта Невский и 8,34 мл из томата сорта Сказка с концентрациями 0,67 и 0,5 мг/мл соответственно. Общее количество полученного вирусного препарата составило 9,70 мг.

Список литературы

1. Сорока, С. В. Вирусы и вирусные болезни сельскохозяйственных культур / С. В. Сорока, Ж. В. Блоцкая, В. В. Вабищевич ; науч. ред. Р. В. Гнутова. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип., 2009. – 128 с.

2. Широко распространенные и потенциально опасные для российского агропроизводства возбудители вирусных болезней картофеля / Е. В. Рогозина, Н. В. Мироненко, О. С. Афанасенко, Ю. Мацухито // Вестник защиты растений. – 2016. – № 4(90). – С. 24–33.

3. Viral Diseases in Potato. In The Potato Crop / J. F. Kreuze, J. A. C. Souza-Dias, A. Jeevalatha [et al.]. – Springer [etc.] : Cham, 2020. – P. 389–430. – DOI:10.1007/978-3-030-28683-5_11.

5. Методика проведения полевых обследований и послеуборочного контроля качества семенного картофеля / Б. В. Анисимов [и др.] ; Гос. семенная инспекция Рос. Федерации. – М. : Икар, 2005. – 110 с.

4. Варицева, Г. П. А-вирус картофеля: выделение, получение антисыворотки, иммуноферментный анализ / Г. П. Варицева, Ю. А. Варицев // Биотехнология в картофелеводстве : сб. науч. ст. / Науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва ; редкол.: Б. А. Писарев [и др.]. – М., 1991. – С. 57–62.

Поступила в редакцию 09.12.2024 г.

A. YU. KOSILO, O. V. SOLOVEY, D. V. BOBROVA, E. V. RADKOVICH SELECTION OF HOST PLANTS AND PRODUCTION OF PURIFIED PVS PREPARATION

SUMMARY

The results of studies on the selection of Belarusian isolates of SBK intended for artificial infection of host plants in the production of the PVS preparation are presented.

Key words: preparation; virus; PVS; isolation; purification; potato; tomato; ELISA.

УДК 635.21:631.523:631.524.6

Е. И. Медведева, научный сотрудник

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

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

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА НАСЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КРАХМАЛА В ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты изучения характера наследования гибридных популяций картофеля по содержанию крахмала в питомниках первого клубневого поколения и гибридов второго года испытания. Выделены гибридные популяции с различной степенью фенотипического проявления признака. Установлено, что для получения высококрахмалистого потомства наиболее эффективно подбирать родительские формы с содержанием крахмала 16–20 %. Отобраны 280 гибридов с содержанием крахмала более 20 %, высокой продуктивностью и хорошими морфологическими показателями клубней.

Ключевые слова: картофель; гибридная популяция; содержание крахмала; наследование; коэффициент фенотипического доминирования.

ВВЕДЕНИЕ

Крахмал – наиболее ценный биохимический компонент картофеля. Он является главной составной частью сухого вещества картофеля и основным углеводом, содержание которого в столовых сортах, в зависимости от группы спелости, колеблется от 12 до 17 %, а в технических сортах – от 15 до 25 %. Крахмал обладает очень полезными для питания человека свойствами.

Сырой крахмал человеком почти не усваивается, но после варки его переваримость составляет около 90 %. При этом следует учитывать, что крахмал в желудочно-кишечном тракте человека постепенно расщепляется ферментами до глюкозы и только последняя включается в метаболический цикл организма.

Однако крахмал картофеля не только важный источник энергии. В клубнях сырого картофеля содержится до 6 % неперевариваемого крахмала (содержание в вареном картофеле – 1–3 %). Этот крахмал практически не переваривается в желудочно-кишечном тракте человека и поступает в толстый отдел кишечника. Согласно медицинским данным, такой крахмал очень ценный субстрат для микробиоты толстого отдела кишечника, поскольку является важным профилактическим средством против болезней толстой кишки, в том числе онкологических. Благодаря своей структуре устойчивый крахмал не расщепляется амилазами, снижает концентрацию вторичных галловых кислот и в итоге, как и другие балластные вещества, подавляет канцерогенез [1]. Картофельный крахмал обладает и другими целебными свойствами. Он снижает уровень холестерина в крови и печени, что указывает на его антисклеротические свойства. Калий, входящий в состав картофельного крахмала, незаменим для больных с почечными заболеваниями. Крахмал картофеля используется и как противоязвенное

средство. Это связано с его противовоспалительным и обволакивающим эффектом. Картофельный крахмал способен активизировать синтез витамина В₂, или рибофлавина, который необходим человеку для правильного пищеварения и нормализации обмена веществ.

Создание сортов с повышенным содержанием крахмала является приоритетным направлением селекции в Республике Беларусь. Наиболее эффективные результаты в данной области могут быть достигнуты целенаправленным подбором родительских форм для гибридизации. Это возможно только на основе изучения особенностей наследования целевого признака в гибридных популяциях картофеля.

Работа по созданию высококрахмалистых форм в Беларуси была начата в 1928 г. с момента создания Центральной картофельной станции, которая в 30-е годы прошлого столетия являлась филиалом ВИР. В условиях Беларуси изучением накопления крахмала восьми диких видов картофеля, полученных от С. М. Букасова, занимались сотрудники станции Ф. В. Крынкина и Н. Д. Данончик. С 1929 г. селекционно-генетические скрещивания с дикими и культурными видами проводились Т. Д. Нестеровичем. Ученым были получены отдельные гибриды с культурным видом *S. andigenum*, содержащие до 25 % крахмала и равные по продуктивности стандартным сортам.

Продолжил селекционную работу по созданию высококрахмалистых форм картофеля на основе диких и культурных видов П. И. Альсмик. Им была разработана оригинальная схема селекции, в которой использовались дикий вид *S. demissum* и культурный вид *S. andigenum*. Были получены трехвидовые гибриды (*S. tuberosum*, *S. demissum*, *S. andigenum*), которые сочетали высокую крахмалистость с высокой устойчивостью к болезням, хорошими качественными показателями клубней и значительно превышали сорта-стандарты по урожайности.

Большое внимание работе по созданию высококрахмалистых форм уделяли и другие белорусские ученые селекционеры: Е. Б. Юркова, З. Ф. Сосина, Л. А. Пантюхина, И. А. Семенова, Н. Г. Томчук, С. Н. Купчина, Я. Д. Демидко, Г. И. Пискун, Н. Н. Демидко, Н. Н. Гончарова. Ими было создано большое количество высококрахмалистых сортов и гибридов, которые широко использовались и используются при создании новых сортов и гибридов с высоким содержанием крахмала [2].

Белорусские сорта картофеля по содержанию крахмала не уступают, а по многим показателям превосходят сорта иностранной селекции. Так, сорт Верба, созданный П. И. Альсмиком, является непревзойденным в мире по содержанию крахмала – 29 %. Сорт Магнат (крахмалистость до 26 %), выведенный Г. И. Пискуном, – единственный белорусский сорт, районированный в странах Евросоюза для получения крахмала (в Беларуси зарегистрирован как сорт Здабытак). Высоким содержанием крахмала (более 20 %) отличаются белорусские сорта Синтез, Выток, Максимум, Баярскі.

Изучению вопросов наследования крахмалистости уделяли внимание многие ученые. Так, проанализировав гибридное потомство, В. Д. Самород [3], И. М. Яшина [4], В. Kaminski [5] установили среднюю изменчивость признака (коэффициенты вариации изменялись от 8,5 до 24,1 %). Несколько выше уровень варьирования (16–35 %) выявлен в исследованиях, выполненных Н. П. Сляровой и Л. И. Шамаковой [6]. Несмотря на относительно невысокие коэффициенты вариации различия между минимальными и максимальными показателями содержания крахмала в гибридном потомстве могут быть достаточно существенными – от 8 до 30 %.

В характере наследования признака исследователями установлена следующая закономерность: средняя крахмалистость гибридного потомства приблизительно

равна средней арифметической обеих родительских форм. Наибольшее влияние на содержание крахмала в потомстве оказывают отцовские формы, чей вклад в формирование признака оказался в 3 раза выше, чем у материнских форм.

Раньше ученые считали, что наследование крахмалистости зависит в основном от доминантных генов. И. М. Яшина в своих ранних исследованиях также указывала на доминантный характер наследования признака, однако дальнейшие исследования позволили ей сделать вывод, что данный признак контролируется полигенами с суммарным (аддитивным) эффектом, который усиливается в потомстве от насыщающих скрещиваний [7]. К такому же выводу пришла в своих исследованиях Н. Н. Гончарова [8].

Для получения высококрахмалистого потомства П. И. Альсмик использовал насыщающие скрещивания и включал в схему гибридизации формы с высоким проявлением признака. Помимо включения в гибридизацию высококрахмалистых образцов, Н. Н. Гончарова предлагала использовать формы с повышенным содержанием крахмала и обладающие высокой специфической комбинационной способностью по его содержанию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2023–2024 гг. в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Материалом для исследований послужили 102 гибридные популяции, полученные с участием иностранных и белорусских сортов, самоопыленных линий, межвидовых и соматических гибридов, созданных в отделе селекции картофеля и лаборатории генетики картофеля, выращенные в питомниках первого клубневого поколения и гибридов второго года (второе клубневое поколение). В питомнике первого клубневого поколения клубни высаживали по семьям с площадью питания 0,30 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 деланками от 5 до 12 клубней на образец по схеме 75×30 см без повторностей.

Агротемперологические условия 2023 г. были довольно контрастными. Температура воздуха в июне и августе была выше нормы, июль был немного холоднее обычно. Вегетационный период 2024 г. можно охарактеризовать как жаркий и сухой.

Определение содержания крахмала в питомнике гибридов первого клубневого поколения проводили поустно для каждой комбинации, в питомнике гибридов второго года испытания – исходя из количества высаженных клубней на образец согласно «Методике исследований по культуре картофеля» [9].

Степень фенотипического доминирования признака «содержание крахмала» определяли по методике G. B. Griffing [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для анализа наследования признака крахмалистости нами были изучены 102 гибридные популяции, выращенные в питомнике первого клубневого поколения. Крахмалистость родительских форм была достаточно разнообразной, что позволило нам разделить полученные гибридные популяции на классы по содержанию крахмала с величиной классового промежутка 2 % (табл. 1).

Полученные данные свидетельствуют, что диапазон варьирования признака «содержание крахмала» в пределах одного класса был достаточно широк. Так, гибридные

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

Таблица 1 – Распределение гибридных популяций картофеля по содержанию крахмала в зависимости от крахмалистости родительских форм

Крахмалистость родительских форм, %	Количество родительских форм, шт.	Распределение гибридных популяций по содержанию крахмала, %				
		12–14	14–16	16–18	18–20	Свыше 20
12–14	9	1	8	–	–	–
14–16	34	6	14	13	1	–
16–18	34	1	11	8	12	2
18–20	22	–	5	5	11	1
Свыше 20	3	–	1	2	–	–

популяции, полученные от родительских форм с крахмалистостью 16–18 %, варьировали в пределах пяти классов, при этом 14 семей из 34-х были более крахмалистыми, чем родители, 12 – менее крахмалистыми и 8 семей имели крахмалистость на уровне родительских форм.

Гибридные популяции, созданные на основе родительских форм с содержанием крахмала 12–14 %, не превысили по данному показателю исходных родителей. Распределение гибридных популяций с крахмалистостью родительских форм 14–16 % сложилось следующим образом: 6 популяций с содержанием крахмала от 6 до 14 %, 14 популяций – 14–16 %, 13 популяций – 16–18 % и 1 популяция с крахмалистостью 18–20 %. При скрещивании родителей с крахмалистостью 18–20 % количество популяций с содержанием крахмала больше и меньше 18 % было приблизительно одинаково и составило 12 и 10 шт. соответственно. В гибридизации исходных форм с содержанием крахмала свыше 20 % не удалось выделить высококрахмалистые популяции.

При изучении характера наследования признака «содержание крахмала» было установлено, что для большинства гибридных популяций характерно промежуточное наследование – 29,4 %, 21,6 % популяций имели депрессию, положительное доминирование – 13,7, отрицательное доминирование – 7,8 и 27,5 % гибридных популяций показали гетерозис (табл. 2).

Для дальнейшей работы в питомнике гибридов второго года нами были оставлены гибридные популяции с крахмалистостью от 18 % и выше. Все изученные гибридные популяции показали гетерозис по содержанию крахмала (табл. 3).

Среди них для дальнейшего изучения отобраны 280 гибридов с содержанием крахмала более 20 %, высокой продуктивностью и хорошими морфологическими показателями клубней.

Таблица 2 – Распределение гибридных популяций картофеля по степени фенотипического доминирования признака «содержание крахмала»

Степень фенотипического доминирования	Количество популяций, %
Депрессия	21,6
Отрицательное доминирование	7,8
Промежуточное доминирование	29,4
Положительное доминирование	13,7
Гетерозис	27,5

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

Таблица 3 – Гибридные популяции картофеля, выделенные по содержанию крахмала

Гибридная популяция	Происхождение	Содержание крахмала, %			\bar{X} популя- ции	h_p
		♀	♂	\bar{X}		
				♀♂		
115-21	26-11-10×Лазарь	14,6	17,7	16,2	23,8	4,9
114-21	209-08-7×Лазарь	17,0	17,7	17,4	23,0	16,1
116-21	14-07-7×Лазарь	15,4	17,7	16,6	23,0	5,6
245-20	52-10-5×Зарево	20,8	19,3	20,1	22,6	3,6
34-22	01501-6×109-09-1л2	16,8	17,4	17,1	22,1	16,7
1-22	201114-8×134-10-5л4	18,2	16,4	17,3	21,8	5,0
22-22	72-16-9×Зарево	18,2	19,3	18,8	21,8	5,5
27-22	72-16-12×Крок	19,1	16,9	18,0	21,7	3,4
37-22	201114-8×Максимум	18,2	20,3	19,3	21,7	2,3
26-22	72-16-12×Максимум	19,1	20,3	19,7	21,6	3,2
24-22	72-16-12×133-08-1л2	19,1	16,5	17,8	21,5	2,8
23-22	72-16-12×Зарево	19,1	19,3	19,2	21,3	21,0
220.89К	0215.220-19×Зарево	20,6	19,3	20,0	21,3	2,2
13-22	201114-8×109-09-1л2	18,2	17,4	17,8	21,2	8,5
221.144К	01501-6×Лазарь	16,8	17,7	17,3	21,2	8,8
Т31-22	01501-6×Зарево	16,8	19,3	18,1	21,1	2,4
20-22	134-10-5л4×Зарево	16,4	19,3	17,9	21,0	2,2
220.9К	215.235-5×Зарево	16,8	19,3	18,1	20,8	2,2
6-22	201114-8×61-16-5	18,2	16,5	17,4	20,7	4,1
221.119К	01501-6×Зарево	16,8	19,3	18,1	20,4	1,9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования показали, что для получения высококрахмалистого потомства наиболее эффективно подбирать родительские формы с содержанием крахмала 16–20 %.

При изучении характера наследования признака «содержание крахмала» было установлено, что для большинства гибридных популяций характерно промежуточное наследование – 29,4 %, 21,6 % популяций имели депрессию, положительное доминирование – 13,7, отрицательное доминирование – 7,8 и 27,5 % гибридных популяций показали гетерозис.

Отобраны 280 гибридов с содержанием крахмала более 20 %, высокой продуктивностью и хорошими морфологическими показателями клубней.

Список литературы

1. Шпаар, Д. Картофель (Возделывание, уборка, хранение) / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер ; под ред. Д. Шпаара. – Торжок : ООО «Вариант», 2004. – 466 с.
2. Козлов, В. А. Результаты работы по созданию исходного материала картофеля / В. А. Козлов, Н. В. Русецкий, А. В. Чашинский // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодово-овощеводству ; редкол.: В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2007. – Т. 12. – С. 153–165.
3. Самород, В. Д. Успадкування крахмалістості при міжсортівій гібридизації / В. Д. Самород // Картоплярство : межвід. тем. наук. зб. – Немішаєва, 1971. – Вип. 2. – С. 19–22.

4. Яшина, И. М. Принципы генетических исследований при селекции на повышенное содержание крахмала и устойчивость к фитофторозу / И. М. Яшина // Картофель. – Минск : Ураджай, 1966. – С. 49–58.

5. Kaminski, V. Phenotypic and genotypic correlations of morphological and physiological characters of potato / V. Kaminski // Genet. Polon. – 1977. – Vol. 18, № 2. – P. 125–133.

6. Склярова, Н. П. Результаты оценки по хозяйственно-ценным признакам комбинаций картофеля, используемых в селекции на вирусоустойчивость / Н. П. Склярова, Л. И. Шамакова // Селекция и семеноводство картофеля : науч. тр. / НИИ картоф. хоз-ва ; отв. за вып. Б. А. Писарев. – М., 1975. – Вып. 21. – С. 38–46.

7. Яшина, И. М. Создание и генетическая оценка нового исходного материала картофеля и эффективные пути его использования в селекции : дис. в виде науч. докл. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 / Яшина Изольда Максимовна ; Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – М., 2000. – 65 л.

8. Гончарова, Н. Н. Сравнение эффективности различных методов оценки комбинационной способности по признаку «содержание крахмала» у картофеля / Н. Н. Гончарова // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 21–32.

9. Методика исследований по культуре картофеля / Отд-ние растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук имени В. И. Ленина, НИИ картоф. хоз-ва ; редкол.: Н. А. Андрушина [и др.]. – М., 1967. – 225 с.

10. Griffing, G. B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques / G. B. Griffing // Genetics. – 1950. – Vol. 35, № 3. – P. 303–321.

Поступила в редакцию 03.12.2024 г.

E. I. MEDVEDEVA, V. A. KOZLOV

STUDY OF THE INHERITANCE PATTERN OF STARCH CONTENT IN POTATO HYBRID POPULATIONS

SUMMARY

The results of analyzing the inheritance pattern of starch content in hybrid potato populations grown in first-generation tuber nurseries and second-year hybrid trials are presented. Hybrid populations with varying degrees of phenotypic expression of the trait were identified. It was found that selecting parental forms with a starch content of 16–20 % is most effective for obtaining high-starch offspring. A total of 280 hybrids with a starch content exceeding 20 %, high productivity, and good tuber morphological characteristics were selected.

Key words: potato; hybrid population; starch content; inheritance; phenotypic dominance coefficient.

УДК 635.649: 631.527.5: 631:523

Л. А. Мишин, кандидат биологических наук,
заведующий лабораторией пасленовых культур
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛИНИЙ ПЕРЦА СЛАДКОГО (*CAPSICUM ANNUUM L.*) ПРИ ПЕРЕВОДЕ СОРТА НА ГИБРИДНУЮ ОСНОВУ

РЕЗЮМЕ

*Представлены результаты изучения 25 новых линий перца (*Capsicum annuum L.*) в теплицах в 2024 г. Приведены данные по ряду признаков линий перца. Проведен кластерный анализ 25 линий. Выявлены доноры ценных признаков для дальнейшего использования в гибридизации и селекции. Получены семена 10 новых гибридов F_1 .*

Ключевые слова: перец; *Capsicum annuum L.*; сорт; гибрид; генетика.

ВВЕДЕНИЕ

По данным ФАО (2019), в мире наблюдается существенный рост валовых сборов перца (не только за счет повышения урожайности, но и за счет увеличения площадей). В Беларуси ежегодно только через систему РО «Белсемена» реализуется населению около 400 кг семян перца, то есть на 1 300 га. В республике внесено в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений более 100 сортов перца из Голландии, России, Польши, Молдовы и других стран. Импортируемые в республику сорта довольно часто слабо приспособлены к используемой агротехнике и неблагоприятным условиям Беларуси. Поэтому требуется создание отечественных сортов и гибридов F_1 , адаптированных к почвенно-климатическим условиям республики. Кроме того, для небольших фермерских хозяйств и приусадебного овощеводства необходимо много сортов, различающихся по следующим потребительским показателям: форма, размер и окраска плода, толщина перикарпия, вкусовые качества, сроки созревания и т. д. [1]. Значительная часть реализуемых семян используется крупными тепличными комбинатами и овощеводческими хозяйствами для выращивания рассады и последующей продажи ее населению. Много семян перца импортируется, в результате чего идет расходование валютных средств.

В 1990-е годы в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» совместно с ГНУ «Институт генетики и цитологии АНБ» была начата селекция перца. В результате этих исследований были созданы отечественные сорта, позволившие поднять урожайность перца в пленочных теплицах на 1–2 кг/м². Среди них – сорт Тройка (в Государственном реестре с 2001 г.), отличающийся скороспелостью и высокими вкусовыми качествами плодов. Поэтому планируется перевести этот сорт на гибридную основу при сохранении товарных и вкусовых качеств плодов. В каталогах мировых производителей семян перца большая часть ассортимента представлена гибридами F_1 [2–4]. Использование гибридов в теплицах обеспечивает прибавку урожайности 1–2 кг/м² по сравнению с сортами. Кроме того, гетерозисный эффект у гибридов позволяет значительно увеличить скороспелость перца. Ранняя урожайность гибридов первый месяц больше

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

на 0,5–1,5 кг/м², чем у сортов. Это позволяет увеличить рентабельность теплиц от продажи более дорогой ранней продукции на 10–15 % [1, 5]. Именно такого эффекта и планируется достичь в результате исследований.

Массовое использование гибридов в производстве основано на явлении гетерозиса. Многие зарубежные и отечественные исследователи занимались изучением причины его проявления, теории генного взаимодействия, принципов подбора родительских пар и др. Однако до сих пор нет четкой теории его проявления и возможности прогнозирования. Селекционерам, имеющим конкретные генетические источники, приходится дополнительно изучать особенности проявления гетерозиса у имеющегося набора линий и в конкретной климатической зоне [6–11]. При создании гетерозисных гибридов подбор родительских пар по комплексу наиболее значимых признаков является сложнейшей задачей селекционера, особенно если имеется большое количество важных признаков, определяющих качество создаваемого гибрида. Решением этой задачи и занимались в данном исследовании.

В предыдущие годы в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» был создан достаточный научный задел по проблемам исследований. Накоплен и создан богатый ценный исходный материал в результате сотрудничества с ВНИИОХ, ВИР, Дальневосточным НИИ овощеводства и др. (более 500 образцов перца). В предшествующие 10 лет на генетической основе сорта Тройка были выделены линии, которые различались по ряду признаков. В 2024 г. было проведено изучение селекционных и генетических особенностей линий перца в теплицах, повышен у них уровень гомозиготности, получены первичные гибриды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Объекты исследований – линии и сорта перца для пленочных теплиц. Материалы для исследований – вегетативные органы от индивидуальных растений.

Научно-исследовательскую работу проводили с использованием современных методик и рекомендаций [12–15]. Основные методы исследовательской работы – гибридизация, инцухт, индивидуальный отбор.

Во время вегетации проводили следующие фенологические наблюдения: появление всходов, начало (10 %) и массовое цветение, начало созревания плодов и др.

Выполняли следующие учеты и оценки: количество плодов, средняя масса плода в раннем и общем урожае; ранняя урожайность (за первый месяц сборов) и общая урожайность; степень поражения растений различными заболеваниями на естественном инфекционном фоне; визуальная оценка общего состояния растений в баллах.

Характеристики растений проводили по следующим признакам: высота куста и характер побегообразования; степень облиственности; тип, размер и цвет листа; величина, окраска и размер цветка; форма, размер, волнистость и растрескиваемость плода; окраска незрелого плода (в фазу технической спелости), окраска зрелого плода и др.

Исследования выполняли на базе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в боксе для выращивания сеянцев (с досвечиванием), в пленочной рассадной теплице (с аварийным обогревом), в пленочных грунтовых теплицах.

Испытание линий, сортов, гибридов осуществляли в 3-кратной повторности на делянках по 5–6 м². В качестве контроля использовались сорта Тройка и гибрид Маг F₁. Высадка горшечной рассады в пленочную теплицу выполнена 15 мая по схеме посадки (60+90) / 2×30 см. Гибридизацию выполняли вручную, с изоляцией цветков ватой.

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

Сбор плодов и учет урожайности с индивидуальных растений выполняли поэтапно, по мере созревания плодов. Последний сбор урожая провели 19 сентября. Плоды для получения семян дозаривали 3–5 дней. После выделения, сушки и доработки семена этикетированы и заложены на краткосрочное хранение. Выполнен статистический анализ полученных данных, выделены наиболее перспективные линии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты биометрических измерений и учетов 25 линий перца в мае – июне приведены в таблице 1. Полученные данные показывают, что на дату учета 10 июня по высоте растений различия между линиями были незначительными – от 5 до 10 см. Различия по дате начала цветения между линиями перца достигали 11 дней. Наиболее раннее цветение 31 мая отмечено у линий Дружок, Тройка МТ, Тройка, Мета 4860/76.

Результаты оценки 25 линий по восьми количественным признакам приведены в таблице 2. Наибольшее количество плодов с растения получено от линий Дружок 4867, Тройка МТ 6458/1, ФЗА 4617/33, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/1 и др.

По средней массе плода выделены наиболее крупноплодные линии для дальнейшей селекции: Тройка 6322/1, ФЗА 4617/27, Алеша Попович 93/1 и др.

По ранней урожайности 5 линий превосходили контроль (Маг F₁): (ЖК×КДТР)×ФЗА 62/2, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/1, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/2, Индало×Блонди 90/1, Индало×Блонди 87/1.

Таблица 1 – Результаты биометрических измерений и учетов 25 линий перца сладкого в пленочной теплице, 2024 г.

Образец	Высота растений, см	Дата начала цветения
Маг F ₁ – контроль	45–50	05.06.24
Дружок 4868	35–40	31.05.24
Дружок 4867	35–40	31.05.24
Тройка МТ 6458/1	40–45	31.05.24
Тройка МТ 6252/1	40–45	31.05.24
Тройка МТ 6457/2	40–45	31.05.24
Тройка МТ 6026/2	40–45	31.05.24
Тройка 6510/2	40–45	31.05.24
Тройка 6322/1	40–45	31.05.24
Тройка 6321/1	40–45	31.05.24
Тройка 6320/2	40–45	31.05.24
Мета 4852/27	40–45	05.06.24
Мета 4852/20	40–45	05.06.24
Мета 4860/76	40–45	31.05.24
ФЗА 4617/33	45–50	05.06.24
ФЗА 4617/27	45–50	05.06.24
ФЗА 4919/34	45–50	05.06.24
(ЖК×КДТР)×ФЗА 62/2	40–45	10.06.24
(ЖК×КДТР)×ФЗА 56/1	40–45	10.06.24
(ЖК×КДТР)×ФЗА 56/2	40–45	10.06.24
Индало×Блонди 90/1	40–45	05.06.24
Индало×Блонди 87/2	40–45	05.06.24
Индало×Блонди 87/1	40–45	05.06.24
Алеша Попович 93/1	35–40	10.06.24
Алеша Попович 96/1	35–40	10.06.24
Алеша Попович 83/1	35–40	10.06.24

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Таблица 2 – Результаты оценки 25 линий перца сладкого по восьми количественным признакам, 2024 г.

Образец	Общая урожайность, кг/м ²	Ранняя урожайность, кг/м ²	Количество плодов, шт.	Средняя масса плода, г	Высота растения, см	Длина плода, см	Ширина плода, см	Толщина стенки, мм
Mag F ₁ – контроль	4,3	1,28	8,7	123	75	16	6	5,0
Дружок 4868	2,4	1,13	8,0	75	35	13	5	4,5
Дружок 4867	3,5	1,22	13,0	68	35	11	5	5,0
Тройка МТ 6458/1	5,0	1,32	13,0	97	65	13	5	5,5
Тройка МТ 6252/1	3,2	1,44	8,3	96	65	12	5	5,0
Тройка МТ 6457/2	3,4	1,13	8,0	109	65	15	5	5,5
Тройка МТ 6026/2	3,7	0,49	9,3	100	65	15	6	5,5
Тройка 6510/2	3,3	1,46	9,0	92	35	15	5	5,5
Тройка 6322/1	3,1	1,60	6,0	129	35	13	5	5,5
Тройка 6321/1	2,9	1,68	8,0	92	35	13	5	5,0
Тройка 6320/2	2,8	1,71	8,0	87	35	13	5	5,0
Мета 4852/27	2,4	1,52	6,3	98	35	14	5	6,5
Мета 4852/20	2,2	1,20	6,0	91	35	14	5	5,5
Мета 4860/76	1,9	1,50	4,3	107	35	12	5	6,0
ФЗА 4617/33	5,7	1,24	13,3	106	85	12	5	5,0
ФЗА 4617/27	5,9	1,16	12,0	125	85	12	6	5,0
ФЗА 4919/34	3,3	1,70	9,0	93	60	14	5	5,0
(ЖК×КДР)×ФЗА 62/2	4,4	2,49	9,3	118	55	16	6	6,0
(ЖК×КДР)×ФЗА 56/1	6,0	3,23	14,3	104	55	14	5	5,5
(ЖК×КДР)×ФЗА 56/2	5,7	2,30	13,3	108	70	14	6	5,0
Индало×Блонди 90/1	4,8	2,37	11,3	109	75	15	5	5,0
Индало×Блонди 87/2	3,7	1,40	7,7	119	75	12	6	5,5
Индало×Блонди 87/1	4,4	2,06	9,3	119	75	13	4	5,5
Алепа Попович 93/1	3,3	1,60	8,3	100	35	12	4	5,0
Алепа Попович 96/1	4,7	1,38	8,0	148	65	19	6	5,0
Алепа Попович 83/1	4,3	1,43	10,0	108	55	10	5	5,0
НСР (0,95)	0,84	0,61	4,5	16	21	4,3	1,7	0,93

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

По общей урожайности контроль (Mag F₁) превосходили 4 линии: ФЗА 4617/33, ФЗА 4617/27, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/1, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/2. Выделены также линии и по другим ценным признакам.

На основании однофакторного дисперсионного анализа нами была установлена статистически значимая разница по восьми изучаемым признакам: общая урожайность, ранняя урожайность, количество плодов на растении, средняя масса плода, высота растения, длина плода, ширина плода, толщина перикарпия (стенки).

Для установления генотипической разнородности созданных линий была выполнена статистическая обработка данных методом кластерного анализа [16] в программе STATISTICA 7.0 (метод Ward). Для анализа использовали восемь признаков (среднее от трех повторностей) 25 перспективных линий. Для приведения в единую систему показатели с разными размерными единицами были стандартизированы. При выборе числа кластеров уровень сходства 25 % считали оптимальным [17].

Основываясь на этом, в результате проведенных исследований и выполненного анализа изучаемые линии перца по критерию наибольшего сходства были сгруппированы в 11 кластеров и составлена дендрограмма (рис.).

Все линии были разбиты на две подгруппы: в первую вошли кластеры 4, 5, 6, остальные линии – во вторую подгруппу. Распределение 25 линий по кластерам представлено в таблице 3.

Анализ данных показал, что линии с наибольшей урожайностью попали в 4, 5, 6 кластеры. Линии с наибольшей ранней урожайностью попали в 5 и 6 кластеры (см. табл. 2, 3). Следует учитывать, что у перца сладкого довольно часто наблюдается

Tree Diagram for 25 Cases
Ward's method
Euclidean distances

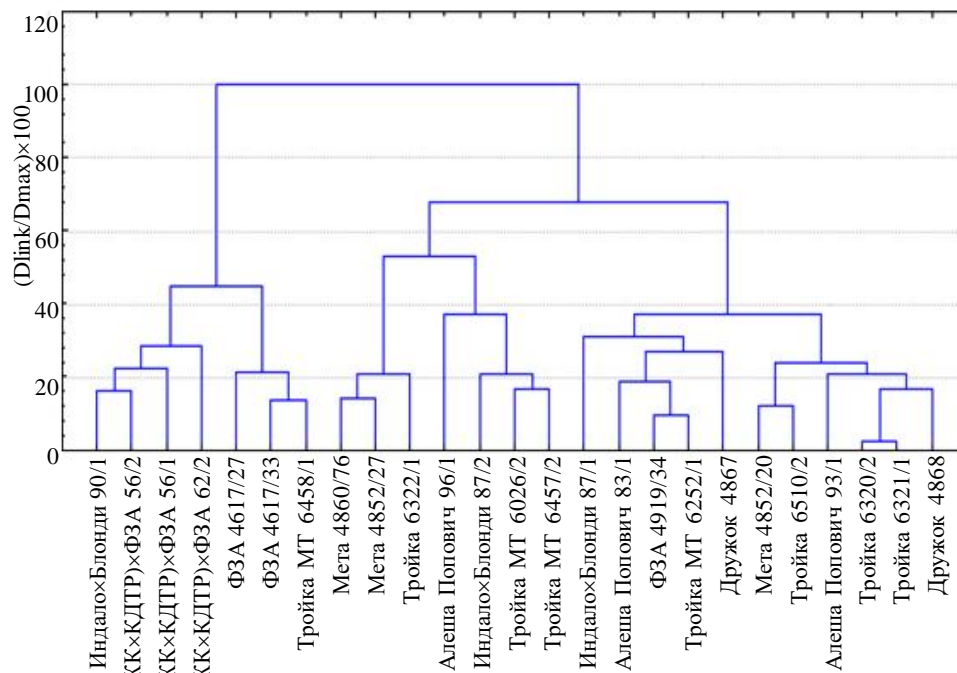


Рисунок 1 – Дендрограмма сходства-различия 25 линий перца по восьми признакам

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

Таблица 3 – Распределение 25 линий перца по кластерам на основании восьми количественных признаков

Кластер	Линия
Кластер 1	Тройка МТ 6252/1, Тройка МТ 6457/2, ФЗА 4919/34
Кластер 2	Тройка МТ 6026/2, Индало×Блонди 87/2
Кластер 3	Дружок 4868, Тройка 6510/2, Тройка 6321/1, Тройка 6320/2, Мета 4852/20
Кластер 4	Тройка МТ 6458/1, ФЗА 4617/33, ФЗА 4617/27
Кластер 5	(ЖК×КДТР)×ФЗА 62/2
Кластер 6	(ЖК×КДТР)×ФЗА 56/1, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/2, Индало×Блонди 90/1
Кластер 7	Алеша Попович 93/1, Алеша Попович 83/1
Кластер 8	Индало×Блонди 87/1
Кластер 9	Дружок 4867
Кластер 10	Алеша Попович 96/1
Кластер 11	Тройка 6322/1, Мета 4852/27, Мета 4860/76

реципрокный эффект, кроме того, признак скороспелости преимущественно наследуется в гибридах F_1 по материнской линии. Поэтому при составлении схем гибридизации рекомендуется использовать скороспелые линии в качестве материнских форм. В нашем опыте это линии первой подгруппы из кластеров 5 и 6: (ЖК×КДТР)×ФЗА 62/2, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/1, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/2, Индало×Блонди 90/1. В качестве отцовской формы желательнее использовать генетически более отдаленные линии. В нашем опыте это линии второй подгруппы с высокой общей урожайностью из кластеров 8 и 10: Индало×Блонди 87/1, Алеша Попович 96/1.

Кроме того, выполнена гибридизация двух лучших материнских линий с пятью отцовскими формами, выделившимися в предыдущие годы. Получены семена десяти первичных гибридов и всех 25 линий для дальнейшей селекции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований 25 линий перца сладкого (*Capsicum annuum* L.) в пленочных теплицах получены данные по ряду характеристик линий перца. Выделены доноры ценных признаков для дальнейшего использования в селекции: по количеству плодов с растения (Дружок 4867, Тройка МТ 6458/1, ФЗА 4617/33, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/1 и др.), по наибольшей средней массе плода (Тройка 6322/1, ФЗА 4617/27, Алеша Попович 93/1 и др.), по ранней урожайности (ЖК×КДТР)×ФЗА 62/2, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/1, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/2, Индало×Блонди 90/1, Индало×Блонди 87/1), по общей урожайности (ФЗА 4617/33, ФЗА 4617/27, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/1, (ЖК×КДТР)×ФЗА 56/2) и др.

Выполнен кластерный анализ 25 линий перца. Даны рекомендации по подбору родительских пар на основе кластеризации. Получены семена десяти новых гибридов F_1 .

Список литературы

1. Пышная, О. Н. Селекция перца / О. Н. Пышная, М. И. Мамедов, В. Ф. Пивоваров. – М. : Изд-во ВНИИССОК, 2012. – 248 с.
2. Каталог семян овощных культур / Bejo Zaden B.V. – Минск, 2016. – 39 с.
3. Каталог семян овощных культур / Компания «Гавриш». – Минск : УП Новик, 2011. – 71 с.
4. Каталог семян овощных культур / Syngenta. – Минск : Полиграфт, 2019. – 132 с.
5. Гужов, Ю. Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений / Ю. Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек. – М. : Мир, 2003. – 536 с.

6. Генетические основы гетерозиса / Л. В. Хотылева, А. В. Кильчевский, М. Н. Шаптуренко [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т генетики и цитологии. – Минск : Беларус. наука, 2021. – 226 с.
7. Беккер, Х. Селекция растений / Х. Беккер ; пер. с нем. В. И. Леунов. – М. : Товарищество науч. изданий КМК, 2015. – 425 с.
8. Doshi, K. M. Expression of heterosis in Chili (*Capsicum Annuum* L.) / K. M. Doshi, H. T. Shukla // Capsicum and eggplant Newsletter. – 2000. – Vol. 19. – P. 33–36.
9. Mamedov, M. I. Heterosis and correlation studies for earliness, fruit yield and some economic characteristics in sweet pepper / M. I. Mamedov, O. N. Pyshnaja // Capsicum and eggplant Newsletter. – Italy, 2001. – P. 20.
10. Birchler, J. A. Thy gene balance hypothesis implication for gene regulation, quantitative traits and evolution / J. A. Birchler, R. A. Veitia // New Phytologist. – 2010. – Vol. 186. – P. 54–62.
11. Reif, J. C. Genetic basis of heterosis and prediction of hybrid performans / J. C. Reif, V. Hahn, F. E. Melchinger // Helia. – 2012. – Vol. 35. – P. 1–8.
12. Методические указания по селекции сортов и гетерозисных гибридов овощных культур / под ред. Д. Д. Брежнева. – Л. : ВИР, 1976. – 213 с.
13. Интенсивная технология возделывания овощных культур и раннего картофеля в Белоруссии : рекомендации / Т. С. Якубицкая, Ю. М. Забара, А. В. Кругляков [и др.] ; Госагропром БССР, Белорус. науч.-исслед. ин-т картофелеводства и плодоовощеводства. – Минск : Ураджай, 1987. – 143 с.
14. 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.
15. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1967. – 328 с.
16. Халафян, А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных / А. А. Халафян. – 3-е изд. – М. : ООО «Бином-Пресс», 2008. – 512 с.
17. Артюх, С. П. Ускорение селекционного процесса – базовое условие развития садоводства / С. П. Артюх // Оптимизация технологического-экономических параметров структуры агроценозов и регламентов возделывания плодовых культур и винограда : темат. сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. / Северо-Кавказский зональный науч.-исслед. ин-т садоводства и виноградарства ; редкол.: Е. А. Егоров [и др.]. – Краснодар, 2008. – Т. 1. – С. 87–100.

Поступила в редакцию 03.12.2024 г.

L. A. MISHYN

STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF SWEET PEPPER (*CAPSICUM ANNUUM* L.) LINES IN TRANSITIONING A VARIETY TO A HYBRID BASIS

SUMMARY

*The results of studying 25 new sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) lines in greenhouses in 2024 are presented. Data on various traits of the pepper lines are provided. A cluster analysis of the 25 lines was conducted, identifying donors of valuable traits for further use in hybridization and breeding. Seeds of 10 new F_1 hybrids were obtained.*

Key words: pepper; *Capsicum annuum* L.; variety; hybrid; genetics.

УДК 635.649:631.527.5:575.222.7

Л. А. Мишин, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией пасленовых культур

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

ИНТРОДУКЦИЯ И СОЗДАНИЕ СОРТОВ ГОРЬКОГО ПЕРЦА (*CAPSICUM ANNUUM* L.) ДЛЯ ПЛЕНОЧНЫХ ТЕПЛИЦ

РЕЗЮМЕ

*Представлены результаты изучения 258 новых сортов и линий перца (*Capsicum annuum* L.) в теплицах в 1991–2023 гг. Приведены данные по ряду признаков линий перца. Выявлены доноры ценных признаков для дальнейшего использования в гибридизации и селекции, а также доноры устойчивости к фузариозу. Создан новый сорт перца *Ежик*.*

Ключевые слова: перец чили; *Capsicum annuum* L.; сорт; линия; селекция.

ВВЕДЕНИЕ

Овощи – это ценные продукты питания, необходимые для поддержания здоровья и активного образа жизни человека. Среди них важное место занимает перец горький (жгучий, острый, кайенский, чили). Родиной горького перца (*Capsicum annuum* L.) считаются тропические районы Америки, где он растет как многолетний полукустарник, но во многих странах он возделывается как однолетнее растение.

Плоды стручкового перца содержат большое количество витаминов. По содержанию аскорбиновой кислоты они превосходят многие овощные и плодовые культуры, богаты также Р-активными веществами, которые способствуют укреплению кровеносных сосудов, содержат значительное количество каротина, витаминов группы В. Плоды острых сортов перца содержат 1,0–1,9 % (в расчете на сухое вещество) алкалоида капсаицина ($C_{18}H_{28}NO_3$). Капсаиноиды обладают антибактериальными антиканцерогенными, антидиабетическими свойствами, снижают уровень холестерина [1, 2]. В народной медицине перец горький рекомендуется при ухудшении памяти, проявлении усталости, плохом аппетите, простуде, болезнях суставов и др. [3].

Самыми крупными производителями перца являются страны с теплыми климатическими условиями: Индия, Китай, Перу, Испания и др. Больше всего перца производят в Азии – 57 % от мирового производства [4]. В мире создано огромное количество сортов перца горького, различающихся по срокам созревания, продуктивности, форме, размеру и окраске плодов [5, 6].

В условиях Беларуси реализуемые в торговой сети сорта перца горького практически не вызревали. В 1991 г. Министерство сельского хозяйства и продовольствия поставило задачу начать интродукцию сортов перца горького, способных вызревать в пленочных теплицах в условиях Беларуси. Изучение реализуемых в республике сортов и образцов, привезенных из соседних стран, с 1991 по 1995 г. в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» показало их низкую продуктивность, позднее созревание. На растениях образовывалось всего по 2–5 плодов. Было решено с 1996 г. расширить количество индуцируемых сортов. Учитывая данные о перспективности использования

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

гибридизации у пасленовых культур для повышения скороспелости и продуктивности [5, 7, 8], начали выполнять первые парные скрещивания лучших образцов и проводить последующие отборы линий по ряду ценных признаков. Все дальнейшие исследования были направлены на выявление и создание скороспелого и высокоурожайного исходного материала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Объекты исследований – линии и сорта перца горького для пленочных теплиц. Материалы для исследований – вегетативные органы от индивидуальных растений.

Научно-исследовательскую работу проводили с использованием современных методов и рекомендаций [9–12]. Основные методы исследовательской работы – гибридизация, инцухт, индивидуальный отбор.

Во время вегетации осуществляли следующие фенологические наблюдения: появление всходов, начало (10 %) и массовое цветение, начало созревания плодов и др.

Выполняли следующие учеты и оценки: количество плодов, средняя масса плода в раннем и общем урожае; ранняя урожайность (за первый месяц сборов) и общая урожайность; степень поражения растений различными заболеваниями на естественном инфекционном фоне; визуальная оценка общего состояния растений в баллах.

Характеристики растений проводили по следующим признакам: высота куста и характер побегообразования; степень облиственности; тип, размер и цвет листа; величина, окраска и размер цветка; форма, размер, волнистость и растрескиваемость плода; окраска незрелого плода (в фазе технической спелости), окраска зрелого плода и др.

Исследования выполняли с 1991 по 2023 г. на базе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в боксе для выращивания сеянцев (с досвечиванием), в пленочной рассадной теплице (с аварийным обогревом), в пленочных грунтовых теплицах.

Испытание лучших линий, сортов, гибридов осуществляли в 3-кратной повторности на делянках по 5–6 м². В 1991–1997 гг. посев проводили с 20 по 25 марта. В последующие годы срок выращивания увеличили и посев выполняли с 10 по 15 марта. Высадка горшечной рассады в пленочную теплицу осуществлялась с 15 по 20 мая по схеме посадки (60+90) / 2×30 см. Гибридизацию выполняли вручную, с изоляцией цветков ватой.

Сбор плодов и учет урожайности с индивидуальных растений осуществляли поэтапно, по мере созревания плодов. Последний сбор урожая проводили с 10 по 20 сентября в зависимости от погодных условий. Плоды для получения семян дозарили 3–5 дней. После выделения, сушки и очистки семена этикетировались и закладывались на краткосрочное хранение.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основными этапами любого селекционного процесса являются многосторонняя оценка существующего генофонда, выделение доноров хозяйственно ценных признаков, создание нового исходного материала, приспособленного к условиям Беларуси. За 1991–2023 гг. было изучено 585 образцов перца горького (табл. 1).

В начале исследований большая часть образцов горького перца поступала по гуманитарной помощи из США, затем из России и других стран. Кроме того, выращивались два образца, которые так и не дали плодов до конца лета (Роза Абхазии, Комнатный 1). Анализ полученных данных позволил выделить наиболее урожайные образцы из 32 изучавшихся: Hangarian wax 2 (2,52 кг/м²), Hangarian wax 3 (2,26), Jalapa early (1,68), Mixid varietits (1,73), Декоративный 23/5 (1,83 кг/м²) (табл. 2).

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

Таблица 1 – Количество образцов перца горького, изученных в пленочных теплицах, 1991–2023 гг.

Год	Количество образцов	Год	Количество образцов
1991–1995	18	2010	36
1996	11	2011	26
1997	11	2012	22
1998	11	2013	19
1999	32	2014	15
2000	33	2015	15
2001	39	2016	17
2002	19	2017	17
2003	7	2018	15
2004	14	2019	16
2005	20	2020	6
2006	37	2021	12
2007	22	2022	9
2008	39	2023	5
2009	42	Итого	585

Таблица 2 – Результаты испытания сортов и гибридов перца горького в пленочных теплицах, 1999 г.

Образец	Откуда поступил	Урожайность, кг/м ²	Средняя масса плода, г
Hangarian wax 1	США	1,27	26,4
Long thin cayenne	США	1,18	3,9
Jalapeno M	США	1,20	10,5
Hangarian wax 2	США	2,52	24,3
Habanero	США	0,70	12,1
Hangarian wax 3	США	2,26	30,2
Jalapa early	США	1,68	13,2
Mixid varietits	США	1,73	18,2
Jellow banana swtet	США	1,14	18,8
Serrano chili	США	0,61	6,5
Sigaretto di bergamo	Италия	1,11	12,9
Комнатный 2	Россия (ГСУ)	1,07	3,0
Portoclio	Румыния	0,90	13,1
Red cherry	ФРГ	1,41	6,9
Компактный П	Местный	0,72	2,4
Portugalin	Румыния	0,53	4,0
Опушенный	Местный	1,11	8,6
Cayenne × Астраханский	Местный	1,41	8,5
Cayenne × Hatvani	Местный	1,37	7,9
Cayenne × Декоративный 1	Местный	0,46	1,9
Cayenne × Декоративный 5	Местный	0,62	2,0
Декоративный 23/2	Россия	0,91	1,0
Декоративный 23/5	Россия	1,83	1,3
Горький БНВ	Местный	0,93	14,1
F ₂ Cayenne × Hatvani/1	Местный	1,38	10,4
F ₁ Cayenne × Астраханский	Местный	1,41	10,4
F ₁ Cayenne × Hatvani	Местный	1,97	10,7
Hatvani (к. № 1951)	Россия (ВИР)	1,39	18,2
Cayenne	Швеция	1,53	4,6

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

Окончание таблицы 2

Образец	Откуда поступил	Урожайность, кг/м ²	Средняя масса плода, г
Астраханский (к. № 4609)	Россия (ВИР)	1,41	13,9
Ring of fire	США	1,38	5,5
Super chili habanero	США	0,56	4,1
НСР (0,95)		0,42	5,5

Кроме того, были выделены образцы с наибольшей средней массой плода: Hangarian wax 1 (26 г), Hangarian wax 2 (24), Hangarian wax 3 (30), Jellow banana swtet (19 г). Были выделены образцы и по ряду других ценных признаков.

Новый гибрид F₁ Cayenne × Астраханский не дал гетерозиса и имел промежуточное наследование по урожайности. У другого гибрида отечественной селекции F₁ Cayenne × Natvani наблюдался значимый эффект гетерозиса по урожайности – 29 %.

В последующие годы проводилось пополнение коллекции новыми образцами, их изучение в пленочных теплицах, отбор лучших сортов, гибридизация и отбор наиболее скороспелых форм. В частности, в 2009 г. изучили 18 образцов перца горького (табл. 3).

Дисперсионный анализ показал достоверность различий между линиями по изучаемым признакам. По раннему урожаю только три образца превосходили контроль: Комнатный 297, Комнатный 298, Ji Jiaobanao. По общей урожайности ни один образец не превосходил контроль, только у двух образцов урожайность была на уровне контроля: Медиум, Комнатный 297. Большим количеством плодов на растении выделились образцы Пири-Пири, Purira, но они были мелкоплодными и поэтому не давали большого урожая. По наибольшей средней массе плода выделился образец из Китая Ji Jiaobanao.

В 2009 г. начали поиск источников устойчивости к фузариозу. Для этого рассаду 20 образцов горького и полугорького перца высаживали в отдельном боксе, в котором многие годы поддерживали высокий инфекционный фон фузариоза для оценки

Таблица 3 – Результаты испытания сортов и линий перца горького в пленочных теплицах, 2009 г.

Образец	Урожайность, кг/м ²		Количество плодов, шт.	Средняя масса плода, г
	ранняя	общая		
Ежик – контроль	0,88	3,52	71	20
Cayenne × Natvani 308	0,28	1,47	25	18
Cayenne × Natvani 307	0,81	3,22	47	20
Ямайский красный	0,77	2,45	63	11
Медиум	1,37	4,10	78	15
Пири-Пири	0,53	1,86	141	4
Buala Shipka	1,30	1,58	41	11
Purira	0,53	2,70	149	5
Vakiegated	1,12	1,75	65	7
Комнатный 297	2,56	3,78	92	15
Комнатный 298	1,49	2,10	58	11
Комнатный 299	1,23	2,21	67	9
Комнатный 299/3	1,23	2,59	87	9
Singaw 300	0,53	1,16	77	4
Singaw 300/3	0,25	0,70	69	3
Singaw 301/1	0,46	1,40	101	4
Рябинушка	0,56	1,38	119	3
Ji Jiaobanao	2,17	2,38	19	38
НСР (0,95)	0,61	0,69	17,1	5,4

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

устойчивости линий томата. По каждому образцу высаживали по 10 растений (схема 10×10 см). Оценку устойчивости образцов проводили 31 августа. Результаты испытания приведены в таблице 4.

Полученные данные позволили выделить источники устойчивости к фузариозу: Фиолетовый Маркони, Здоровье остр. 59/2, Здоровье остр. 59/1, (Perple B × CDTR) × Отелло. В последующие годы эти образцы также проявляли устойчивость к фузариозу. Они использовались не только в создании устойчивых линий перца горького, но и как доноры устойчивости для перца сладкого.

В последующие годы (см. табл. 1) мы повышали уровень гомозиготности линий, выделяли более скороспелые, урожайные, наиболее выносливые к резким перепадам температуры в пленочных теплицах.

В результате проведенных исследований впервые в республике создан скороспелый сорт перца горького Ежик для пленочных теплиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С 1991 по 2023 г. в результате проведенных исследований в пленочных теплицах 585 образцов перца горького (*Capsicum annuum* L.) из различных стран интродуцированы новые сорта и созданы отечественные линии. Представлены данные по ряду характеристик линий перца. Выделены доноры ценных признаков для дальнейшего использования в селекции: по количеству плодов с растения (Пири-Пири, Purira), по наибольшей средней массе плода (Hangarian wax 1, Hangarian wax 2, Hangarian wax 3, Jellow banana swtet), по ранней урожайности (Комнатный 297, Комнатный 298, Ji Jiaobanao), по общей урожайности (Hangarian wax 2, Hangarian wax 3, Jalapa early, Mixid varietits, Декоративный 23/5). Выделены источники устойчивости к фузариозу: Фиолетовый Маркони, Здоровье остр. 59/2, Здоровье остр. 59/1, (Perple B × CDTR) × Отелло.

Таблица 4 – Результаты испытания 20 образцов перца горького на искусственном инфекционном фоне, 2009 г.

Образец	Количество, шт.	
	высаженных растений	здоровых растений
Ежик – контроль	10	4
Л 579 × Sonesta 59/1	10	0
Л 579 × Sonesta 59/3	10	0
Л 579 × Sonesta 36/1	10	2
Golden calif × Амарелло	10	0
Андора × Французский	10	0
Полоцкий горький	10	0
Pelso	10	4
Nutex Big Jim	10	5
Ньюмекс Биг Джим	10	6
Фиолетовый Маркони	10	8
Кубовидный 1	10	0
Bull nose	10	4
Charbadiliski	10	5
(Л 579 × Полоцкий) × Etinda	10	3
Юг 3 × Фиделио	10	8
Мета остр.	10	4
Здоровье остр. 59/2	10	9
Здоровье остр. 59/1	10	9
(Perple B × CDTR) × Отелло	10	9

В результате проведенных исследований впервые в республике создан скороспелый сорт перца горького Ежик для пленочных теплиц.

Список литературы

1. Гармония здоровья, красоты и ароматного жгучего вкуса / М. И. Мамедов, О. Н. Пышная, Е. А. Джос, Я. П. Тукусер // Овощи России. – 2018. – № 1(39). – С. 66–68.
2. Круг, Г. Овощеводство / Г. Круг ; пер. с нем. В. И. Леунова. – М. : Колос, 2000. – С. 576.
3. Аутко, А. А. В мире овощей / А. А. Аутко. – Минск : УП «Технопринт», 2004. – 568 с.
4. Каратиноидный и элементный состав порошка паприки (*Capsicum annuum* L.) в условиях Московской области / М. И. Мамедов, О. Н. Пышная, Е. А. Джос [и др.] // Селекция и семеноводство овощных культур : сб. науч. тр. / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощ. культур ; под ред. В. Ф. Пивоварова. – М., 2005. – Вып. 46. – С. 395–396.
5. Пышная, О. Н. Селекция перца / О. Н. Пышная, М. И. Мамедов, В. Ф. Пивоваров. – М. : Изд-во ВНИИССОК, 2012. – 248 с.
6. Каталог мировой коллекции ВИР / сост.: С. П. Дикий [и др.] ; Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. – Вып. 508: Перец острый, мексиканский (*Capsicum annuum* L.). – Л., 1989. – 119 с.
7. Сучасні методи селекції овочевих і баштанних культур / С. А. Андрієвська, О. Ю. Барабаш, О. М. Біленька [и др.] ; ред.: Т. К. Горова, К. І. Яковенко ; Українська акад. аграр. наук, Ін-т овочівництва і баштанництва УААН. – Харків : [б. и.], 2001. – 642 с.
8. Алиева, З. А. Итоги селекционной работы с острым перцем в Азербайджане / З. А. Алиева // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству : к 80-летию со дня основания ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства» / Всерос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – М. : ГНУ ВНИИО Россельхозакадемии, 2011. – С. 109–112.
9. Методические указания по селекции сортов и гетерозисных гибридов овощных культур / под ред. Д. Д. Брежнева. – Л. : ВИР, 1976. – 213 с.
10. Интенсивная технология возделывания овощных культур и раннего картофеля в Белоруссии : рекомендации / Т. С. Якубицкая, Ю. М. Забара, А. В. Кругляков [и др.] ; Белорус. науч.-исслед. ин-т картофелеводства и плодоовощеводства. – Минск : Ураджай, 1987. – 143 с.
11. 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.
12. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1967. – 328 с.

Поступила в редакцию 17.12.2024 г.

L. A. MISHYN

INTRODUCTION AND DEVELOPMENT OF BITTER PEPPER (*CAPSICUM ANNUUM* L.) VARIETIES FOR FILM GREENHOUSES

SUMMARY

*The results of studying 258 new varieties and lines of pepper (*Capsicum annuum* L.) in greenhouses from 1991 to 2023 are presented. Data on several traits of pepper lines are provided. Donors of valuable traits for further hybridization and breeding, as well as donors of resistance to fusarium wilt, were identified. A new pepper variety, Yezhik, was developed.*

Key words: chili pepper; *Capsicum annuum* L.; variety; line; breeding.

УДК 635.112:631.524.5

В. В. Опимах¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий сектором столовых корнеплодов

И. В. Криволапчук¹, младший научный сотрудник

Э. П. Урбан², член-корреспондент НАН Беларуси,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

первый заместитель генерального директора по научной работе

¹ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,

аг. Самохваловичи, Минский район

² РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по земледелию», г. Жодино, Минская область

СЕЛЕКЦИЯ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ НА ОДНОСЕМЯННОСТЬ

РЕЗЮМЕ

В результате проведенной работы по селекции односемянных образцов свеклы столовой выделены 15 образцов с наибольшей прибавкой по общей урожайности на 4,3–43,8 %. У всех выделенных образцов отмечена высокая товарность – 86,2–98,8 %. Выделен линейный материал свеклы столовой с генетическим контролем признака односемянности для дальнейшей селекции.

Ключевые слова: свекла столовая; селекция; образец; односемянность; раздельноплодность; корнеплоды; урожайность; товарность; лежкость; маточные корнеплоды.

ВВЕДЕНИЕ

Возделывание многосемянных сортов свеклы столовой неизбежно связано с дополнительными затратами на формирование густоты насаждения. В Государственном реестре сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь значительная доля (до 90 %) районированных сортов и гибридов свеклы столовой обладает многосемянным уровнем плодности, в то время как все районированные сорта и гибриды сахарной свеклы односемянные. Создание и внедрение новых односемянных сортов и гибридов столовой свеклы – один из путей увеличения эффективности ее производства. Признак односемянности или раздельноплодности сорта имеет огромное значение, так как при использовании сеялок точного высева обеспечивается равномерное размещение семян в рядке, отпадает необходимость проведения такого обязательного агроприема, как прореживание растений в рядках, на что расходуется до 25–30 % всех затрат и снижается норма высева семян на 30–35 %. Многоростковость свеклы вызывается тремя различными биологическими механизмами: срастание плодов; многосемянность плодов; многозародышевость семян (истинная и ложная полиэмбриония). У одноростковых растений свеклы на цветоносных побегах закладываются, как правило, одиночные цветки, из которых образуются плоды обычно с одним семенем внутри. В. Ф. Савицким установлено, что многосемянность и односемянность плодов свеклы контролируется серией аллелей генов *M–m*. Исследованиями И. Ф. Голева установлено, что раздельноплодность – рецессивный признак при неполном доминировании признака сростоплодности, что свидетельствует о значительном влиянии плодности материнской формы. О. К. Коломиец, Т. М. Пискунова пришли к выводу о рецессивности

признака односемянности. В популяциях многосемянной свеклы ген *M* может иногда мутировать до *m*, и тогда возникают гомозиготные формы – *mm* (полностью односемянные). Появление таких форм наблюдал Т. Ф. Гринько (1929) при самоопылении, а затем такой мутант был обнаружен американскими селекционерами. В бывшем СССР в 40-х гг. было найдено около 100 растений сахарной свеклы с частичной односемянностью плодов, из которых в результате длительной и кропотливой селекционной работы созданы современные односемянные сорта, получившие широкое распространение. Кроме того, следует учесть, что среда является мощным фактором отбора. Условия выращивания (питание, освещенность, влага и др.) семенных растений в значительной степени влияют на количество цветков в соцветии: в неблагоприятных условиях сильно меняется в сторону уменьшения количество цветков в клубочке у одного и того же генотипа. Это в значительной степени затрудняет работу селекционера. Актуальность запланированных в рамках задания исследований определяется необходимостью создания односемянных линий свеклы столовой с генетическим контролем признака односемянности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Научно-исследовательская работа проводилась с использованием общепринятых методик и рекомендаций [1–5] в 2021–2024 гг. Объектом исследования являлись семена, корнеплоды, растительные ткани коллекционных и селекционных образцов свеклы столовой отечественной и иностранной селекции. Во время вегетации проводились наблюдения за ростом и развитием растений, визуальная оценка признака односемянности проводилась на стадии бутонизации до начала цветения. По результатам оценки отбирались растения для изоляции, с каждого из которых отбирался растительный материал для последующей генетической оценки на основе ПЦР-анализа по признаку односемянности.

Оценку семян проводили согласно ГОСТ 12038-84 (Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести) [6]. Повторность опыта 4-кратная, по 25 семян в каждой чашке Петри. Полевые опыты закладывались в стационарном овощном севообороте на дерново-подзолистой, легкосуглинистой почве с содержанием гумуса – 2,4 %, рН КС1 – 5,6, подвижных форм фосфора – 290 мг/кг и калия – 250 мг/кг почвы, нитратного азота – 4,5 мг/кг. Высев семян свеклы столовой проводили ручной сеялкой по гребневой технологии двухстрочным способом 62+8×70 см. Повторность опыта 2-кратная, расположение делянок случайное (рандомное). Площадь делянки 2,8 м², учетная 1,4 м². В качестве стандарта использовали одноростковый сорт Гаспадыня. Наблюдения в период роста и развития растений выполнялись согласно рекомендациям и методическим указаниям по общепринятой технологии возделывания свеклы столовой за растениями первого и второго года жизни (корнеплодное и семенное поколение). Статистическая обработка полученных данных проводилась по общепринятой методике с использованием программы Microsoft Excel [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе исследований анализировали посевные качества семян (лабораторная оценка всхожести и энергии прорастания) изучаемых образцов согласно ГОСТ 12038-84 (табл. 1) [6].

По результатам проведенной оценки семенного материала 112 образцов свеклы столовой, выделенных в 2023 г. по признаку односемянности, установлено: энергия прорастания составила 35–95 %, всхожесть – 45–99, доля односемянности – 0–99 %.

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

Таблица 1 – Характеристика семенной продуктивности и посевные качества выделенных селекционных образцов свеклы столовой, 2023–2024 гг.

Образец	Продуктивность, г	Обсеменность, шт.	Доля односемянности, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
23040н	116	33	98	82	95
23022н	108	22	99	88	95
23112н	105	25	99	92	97
23029н	96	24	98	87	96
23012н	84	31	98	84	92
23048н	74	30	92	69	76
23014н	70	16	0	81	92
23003н	26	19	98	95	99
23051н	16	16	95	78	84
23009н	12	19	96	78	87
23019н	10	22	94	37	45
23002н	8	24	75	35	48

Образец с 0 % долей односемянности, иными словами 100 % многосемянный образец, был включен в анализ в качестве тестера при генетическом анализе. Для оценки плотности расположения семян на растении введен признак обсемененности. Обсемененность растения – количество семян (соплодий) на 10-сантиметровом отрезке средней части семенной ветви первого или второго порядка.

Селекционный процесс достаточно сложен и длителен. Для проведения круглогодичной работы оценена возможность получения растительного материала для ДНК-анализа по признаку односемянности при выгонке штеклингов в условиях зимней остекленной теплицы и кассетной рассады. При температуре 8–11 °С и отсутствии дополнительного искусственного освещения для выгонки штеклингов (вторая пара настоящих листьев) необходимо 25–35 дней, кассетной рассады (первая пара настоящих листьев) – 30–40 дней. Использование дополнительного освещения и повышение температуры сократит срок выгонки штеклингов и кассетной рассады для получения растительного материала для ДНК-анализа по признаку односемянности.

За отчетный период проводился уход за растениями первого и второго года жизни (посевами и высадками) свеклы столовой. Проведена визуальная оценка семенных растений 60 ранее выделенных образцов свеклы столовой по признаку раздельноцветковости (оценка раздельноцветковости до начала цветения семенных растений) (рис. 1).

По результатам визуальной оценки 29 образцов сохранили признак односемянности, у 5 образцов отмечена многосемянность (по всем растениям образца). Остальные 26 образцов имели примесь по признаку



Рисунок 1 – Визуальная оценка исходных форм свеклы столовой по признаку раздельноцветковости (односемянности)

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

односемянности. Дополнительно в текущем году собран растительный материал от 70 растений первого года жизни в фазу начала формирования корнеплода и от 66 индивидуальных растений второго года жизни в фазах розетки и формирования цветоноса образцов свеклы столовой для выделения ДНК, высаженных на участках с разными агрохимическими показателями почвы. После выделения ДНК проведен сравнительный молекулярно-генетический анализ наличия метилирования генома исследуемых образцов свеклы столовой в зависимости от участка с разными агрохимическими показателями почвы.

Во второй декаде октября провели уборку корнеплодов выделенных селекционных форм свеклы столовой и оценили урожайность и товарность полученной продукции (табл. 2, 3).

В 2023 г. наибольшая прибавка общей урожайности 2,9–47,8 % отмечена у 13 образцов. У всех выделенных образцов отмечена высокая товарность – 80,4–91,3 %, исключение составили образцы 22072 (73 %) и 2209 (79,9 %).

В 2024 г. наибольшая прибавка общей урожайности 4,3–43,8 % отмечена у 15 образцов. У всех выделенных образцов отмечена высокая товарность – 86,2–98,8 %, исключение составили образцы 22055 (41,1 %) и 22082 (47,4 %) с выходом товарной продукции менее 50 %. Для индивидуальной изоляции дополнительно отобрали 123

Таблица 2 – Урожайность выделенных селекционных образцов свеклы столовой и выход товарной продукции, 2023 г.

Образец	Средняя масса корнеплода, г	Урожайность, т/га	Прибавка урожая		Товарность, %
			т/га	%	
Гаспадыня (контроль)	170,8	31,2	–	–	93,9
22076	205,7	46,1	14,9	47,8	89,2
22089	259,0	37,6	6,4	20,5	88,6
22020	224,2	36,1	4,9	15,7	88,7
22091	151,9	35,2	4,0	12,8	86,3
22038	332,8	34,8	3,6	11,5	88,8
22074	330,2	34,8	3,6	11,5	88,1
22017	196,5	34,7	3,5	11,2	89,0
22001	195,4	34,4	3,2	10,3	89,2
22079	246,5	33,6	2,4	7,7	89,1
22002	295,6	33,5	2,3	7,4	88,2
22069	245,9	33,2	2,0	6,4	89,9
22008	164,1	32,9	1,7	5,4	89,1
22092	250,7	32,1	0,9	2,9	83,7
22051	357,6	31,8	0,6	1,9	88,4
22025	243,9	31,5	0,3	1,0	88,5
22037	196,6	31,5	0,3	1,0	89,2
22074	478,0	30,9	-0,3	-1,0	88,4
22058	236,8	29,3	-1,9	-6,1	86,6
22028	329,8	29,2	-2,0	-6,4	88,7
22021	171,3	29,1	-2,1	-6,7	88,3
22081	235,2	28,5	-2,7	-8,7	88,4
22019	147,9	27,5	-3,7	-11,9	88,4
22050	163,1	26,3	-4,9	-15,7	88,6
22084	264,7	25,6	-5,6	-17,9	88,6
НСР _{0,5}		0,96			

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

Таблица 3 – Урожайность выделенных селекционных образцов свеклы столовой и выход товарной продукции, 2024 г.

Образец	Средняя масса корнеплода, г	Урожайность, т/га	Прибавка урожая		Товарность, %
			т/га	%	
Гаспадыня (контроль)	205,1	46,1	–	–	93,2
22073	271,1	66,3	20,2	43,8	97,1
22074	259,9	60,2	14,1	30,5	96,3
22026	267,3	59,1	13,0	28,3	91,8
22079	219,1	55,7	9,6	20,7	94,9
23056	227,6	55,0	8,9	19,2	93,6
23076	207,8	54,0	7,9	17,2	92,6
22070	255,4	51,9	5,8	12,7	87,1
23030н	232,7	51,9	5,8	12,5	98,8
22037	289,6	51,8	5,7	12,4	96,3
23106н	226,4	50,5	4,4	9,5	97,0
23092	256,1	49,9	3,8	8,3	94,9
22021	223,5	49,8	3,7	8,0	93,7
23031н	226,2	48,3	2,2	4,8	96,6
22090	256,7	48,2	2,1	4,6	87,7
22056	239,9	48,1	2,0	4,3	86,2
НСР ₀₅		1,8			

семенных растения свеклы столовой с признаком односемянности. Проведен сбор растительного материала с образцов свеклы столовой для выделения ДНК и последующего молекулярно-генетического анализа. Выделена ДНК из 136 образцов, проверено ее качество, требуемое для работы. По результатам молекулярно-генетического анализа на основе ПЦР с праймером RAPD OP-S4 (Amiri et al., 2011) были выделены 6 образцов свеклы столовой (22047, 22050, 22056, 22067, 22079, 22085) по признаку односемянности для дальнейшей работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлена возможность получения растительного материала для ДНК-анализа по признаку односемянности при выгонке штеклингов в условиях зимней остекленной теплицы и кассетной рассады для проведения круглогодичной работы. При температуре 8–11 °С и отсутствии дополнительного искусственного освещения для выгонки штеклингов (вторая пара настоящих листьев) необходимо 25–35 дней и кассетной рассады (первая пара настоящих листьев) – 30–40 дней. Использование дополнительного освещения и повышение температуры сократит срок выгонки штеклингов и кассетной рассады для получения растительного материала для ДНК-анализа по признаку односемянности.

Наибольшая прибавка общей урожайности 4,3–43,8 % отмечена у 15 образцов. У всех выделенных образцов отмечена высокая товарность – 86,2–98,8 %, исключение составили образцы 22055 (41,1 %) и 22082 (47,4 %) с выходом товарной продукции менее 50 %. Корнеплоды выделенных образцов свеклы столовой использованы для последующей визуальной оценки по признаку односемянности до начала цветения. Выделение ДНК у 136 образцов свеклы столовой с участков с разными агрохимическими показателями почвы позволило провести сравнительный молекулярно-генетический

анализ наличия одного семени в соплодии со статусом метилирования генома данных образцов свеклы столовой. По результатам молекулярно-генетического анализа на основе ПЦР были выделены 6 образцов свеклы столовой (22047, 22050, 22056, 22067, 22079, 22085) по признаку односемянности для дальнейшей работы.

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. Методика селекции и семеноводства овощных культур : материалы Всесоюз. семинара по методике селекции и семеноводства овощ. культур / под общ. ред. Д. Д. Брежнева. – Л. : Колос, 1964. – 312 с.
3. Методика проведения испытания сортов на отличимость, однородность и стабильность / сост. В. А. Бейня [и др.]. – М., 2015. – С. 113–156.
4. Методы селекции и семеноводства овощных корнеплодных растений: морковь, свекла, редис, редька, дайкон, репа, брюква, пастернак / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощ. культур ; под ред. В. Ф. Пивоварова, М. С. Бунина. – М. : Колос, 2003. – 284 с.
5. Методические указания по селекции сортов и гетерозисных гибридов корнеплодных растений (морковь, свекла, редис, редька, репа, брюква, пастернак) / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощ. культур, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова, Науч.-исслед. ин-т овощ. хоз-ва ; под ред. В. В. Квасникова. – М., 1987. – 84 с.
6. Алексейчук, Г. Н. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки / Г. Н. Алексейчук, Н. А. Ламан. – Минск : Право и экономика, 2005. – 48 с.

Поступила в редакцию 18.12.2024 г.

V. V. OPIMAN, I. V. KRIVOLAPCHUK, E. P. URBAN

BREEDING OF MONOGERMINAL RED BEET

SUMMARY

As a result of breeding work on monogerminal red beet samples, 15 samples were identified with the highest overall yield increase ranging from 4.3–43.8 %. All selected samples demonstrated high marketability — 86.2–98.8 %. Linear material of red beet with genetic control of the monogerm trait was identified for further breeding.

Key words: red beet; breeding; sample; monogerm; fruit separateness; root crops; yield; marketability; storability; seed root crops.

УДК 635.21:631.526.32

М. О. Осовик, заведующий отраслевой лабораторией агробиотехнологии
Н. А. Хох, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом
картофеля

И. И. Шкляр, научный сотрудник

РУП «Гродненский зональный институт растениеводства
НАН Беларуси», г. Щучин, Гродненская область

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ И НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ НА ЭТАПЕ ОРИГИНАЛЬНОГО СЕМЕНОВОДСТВА

РЕЗЮМЕ

Представлены материалы по эффективности регуляторов роста Атоник Плюс, Альбит и микроудобрений АгроНАН Актив и Биоверм Техно в оригинальном семеноводстве.

Оптимальной густотой посадки для среднепозднего сорта Вектар является 57 тыс. шт/га. Максимальный выход семенной фракции обеспечили 2-кратные некорневые подкормки регулятором роста Альбит (45,3 т/га) и микроудобрением Биоверм Техно (44,4 т/га) при густоте посадки 57 тыс. шт/га.

Ключевые слова: картофель; регуляторы роста; микроудобрения; коэффициент размножения; урожайность; эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур разностороннего использования, в некотором роде универсальная культура. Он является как кормовой культурой, так и сырьем для промышленности, возделывается повсеместно, во всех областях республики. Клубни картофеля в зависимости от сорта содержат 15–35 % сухого вещества, 17–29 крахмала, 1–2 % белка. Ценность картофеля в том, что он содержит все 8 незаменимых для человека и животных аминокислот [1, 2].

Важным фактором, влияющим на продуктивность сортов, является площадь питания. Густота размещения растений на площади – одно из основных условий, определяющих полноту использования природных факторов растениями, один из резервов, способствующих усилению фотосинтезирующей деятельности, повышению их урожайности. При определении густоты посадки необходимо учитывать влияние как внешних (обеспеченность влагой и светом), так и внутренних факторов (изучаемый сорт, размер клубня, его физиологическое состояние) [3].

Более 50 % сельскохозяйственной продукции в мире производится за счет применения минеральных удобрений. Внесение минеральных удобрений без учета агрохимических показателей почвенного плодородия, потребностей культуры, необоснованное завышение доз, несоблюдение сроков, некачественное внесение могут оказывать отрицательное влияние на состояние почвы (подкисление почв, усиление минерализации органического вещества почвы, нарушение баланса микроэлементов в почве и др.), вести к загрязнению продукции растениеводства (нитраты, тяжелые металлы, балластные элементы), снижению ее качества (несбалансированность микроэлементного состава) [4].

Использование регуляторов роста и микроудобрений на фоне применения оптимальных доз минеральных удобрений способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур за счет активизации ростовых процессов, повышения устойчивости к болезням и неблагоприятным факторам природной среды [5, 6].

Однако особенности реакции сортов картофеля отечественной селекции на использование новейших препаратов в питомниках оригинального семеноводства в полевых условиях слабо изучены. В связи с этим исследования в данном направлении являются актуальными.

Цель – разработать приемы по оптимизации минерального питания путем применения регуляторов роста и микроудобрений, установить оптимальную схему посадки оздоравливаемых растений в полевых питомниках оригинального семеноводства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на опытном поле РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси» на среднепозднем сорте Вектар в 2022–2024 гг. Почва на опытном поле дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая с глубины 0,7 м мореным суглинком. Пахотный слой характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН в КСІ – 5,6–5,8, содержание подвижного фосфора – 161–194 мг/кг почвы, обменного калия – 176–227, кальция – 864–826, магния – 201–199, серы – 6,5–8,0, меди – 1,0–1,1, марганца – 2,0–4,6, цинка – 1,2–1,3, бора – 0,51–0,71 мг/кг почвы, гумуса – 1,4 %. Предшественник – зернобобовые культуры.

Схема закладки опыта:

Фактор А – густота посадки:

1. 53 тыс. шт/га (70×27 см);

2. 57 тыс. шт/га (70×25 см).

Фактор В – средства химизации (регулятор роста, микроудобрение):

1. Контроль (без обработок в период вегетации);

2. Регулятор роста Альбит – 0,05 л/га (фаза смыкания рядков – бутонизация) + 0,05 л/га (через 10–15 дней);

3. Регулятор роста Атоник Плюс – 0,2 л/га (первые 2–3 листа) + 0,2 л/га (через 14 дней) + 0,2 л/га (фаза бутонизации – начала цветения);

4. Микроудобрение Биоверм Техно – 4 л/га (при высоте растений 15–20 см) + 4 л/га (бутонизация) + 4 л/га (спустя 10–12 дней);

5. Микроудобрение АгроНАН Актив – 150 мл/га (при высоте растений 10–12 см) + 150 мл/га (бутонизация – начало цветения) + 150 мл/га (через 10–12 дней).

Обработка вегетирующих растений регуляторами роста и микроудобрениями проводилась согласно регламентам их применения. Закладка опыта ежегодно осуществлялась вручную в оптимальные для Гродненской области сроки. Общая площадь – 30 м², учетная – 10 м², повторность опыта 4-кратная. До посадки внесены минеральные удобрения из расчета N₈₀P₄₀K₁₅₀. Химпрополка проведена до всходов картофеля почвенным гербицидом Магнат (0,95 кг/га), при наличии злаковых сорняков дополнительно применяли граминцид Миура (1,0 л/га). В борьбе с болезнями во время вегетации провели четыре фунгицидные обработки (Ридомил Голд МЦ – 2,5 кг/га, Инфинито – 1,6 л/га, Ревус Топ – 0,6 л/га, Ширма – 0,4 л/га). Контроль вредителей осуществляли инсектицидом Протеус – 0,75 л/га.

Учеты, наблюдения, определение качественных показателей проводились согласно общепринятым методикам: «Методика экологического сортоиспытания», «Методика исследований по культуре картофеля» [7, 8]. Математическая обработка полученных данных осуществлялась методом дисперсионного анализа [9].

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

Метеорологические условия в годы исследований (2022–2024 гг.) отличались по температурному и водному режимам, что дало возможность объективно оценить эффективность изучаемых приемов. Как показал анализ температурных данных и количества осадков, общей особенностью вегетационных сезонов в годы исследований являлось крайне неравномерное распределение осадков и чередование периодов высоких температур с умеренными. Особенно жарким выдался 2024 г., когда температура выше климатической нормы зафиксирована весь период вегетации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе исследований в питомниках предварительного размножения проведена оценка влияния густоты посадки и препаратов на показатели роста картофеля: высоту и стеблеобразование. Анализируя полученные данные по сорту Вектар, можно сказать, что увеличение плотности посадки с 53 до 57 тыс. шт/га привело к увеличению высоты растений на 3–5 см. Плотность посадки также отразилась и на количестве основных стеблей, в большинстве вариантов снизив данный показатель на 0,2–0,5 шт/куст.

По данным, полученным в среднем за три года, препараты Альбит, Атоник Плюс, Биоверм Техно, АгроНАН Актив оказали благоприятное воздействие на рост и развитие растений картофеля. Увеличилась высота растений при некорневых подкормках изучаемыми препаратами на 3–14 см, количество стеблей – на 0,1–0,4 шт/куст (табл. 1).

Максимальный эффект на рост растений оказало внесение регулятора роста Атоник Плюс, увеличив высоту растений в отношении контрольного варианта на 14 см независимо от густоты посадки. Стеблеобразовательная способность в меньшей степени определялась вносимыми препаратами и у некоторых (Альбит) зависела от густоты посадки.

Учет урожая показал, что густота посадки также оказывала влияние на продуктивность. Так, при схеме посадки 53 тыс. шт/га урожайность в среднем за три года составила 38,3–46,1 т/га, при этом коэффициент размножения находился на уровне 9,4–11,3, выход семенной фракции 36,0–42,7 т/га. При загущении посадки до 57 тыс. шт/га урожайность выросла на 2,7–5,0 т/га и составила 41,8–49,2 т/га. При этом коэффициент

Таблица 1 – Влияние средств химизации и схемы посадки на биометрические показатели в питомниках предварительного размножения картофеля сорта Вектар, среднее за 2022–2024 гг.

Схема посадки (фактор А)	Средства химизации (фактор В)	Высота растений, см			Количество стеблей, шт/куст		
		всего	\pm к 53 тыс. шт/га	\pm к контролю	всего	\pm к 53 тыс. шт/га	\pm к контролю
53 тыс. шт/га	Контроль	63	–	–	3,6	–	–
	Альбит	73	–	+10	4,0	–	+0,4
	Атоник Плюс	77	–	+14	4,0	–	+0,4
	Биоверм Техно	67	–	+4	3,9	–	+0,3
	АгроНАН Актив	67	–	+4	3,9	–	+0,3
57 тыс. шт/га	Контроль	67	+4	–	3,4	–0,2	–
	Альбит	76	+3	+9	3,5	–0,5	+0,1
	Атоник Плюс	81	+4	+14	3,7	–0,3	+0,3
	Биоверм Техно	70	+3	+3	3,8	–0,1	+0,4
	АгроНАН Актив	73	+5	+5	3,7	–0,2	+0,3
НСР _{0,5}		2,84			0,18		
НСР _{0,5} (А)		1,42			0,11		
НСР _{0,5} (В)		1,51			0,09		

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

размножения снизился на 0,7–1,4, что обеспечило получение семенного материала 38,0–45,3 т/га. Таким образом, максимальный выход семенной фракции в питомниках предварительного размножения обеспечивает густота посадки 57 тыс. шт/га, несмотря на снижение коэффициента размножения.

Проведенные исследования показали, что изучаемые препараты оказывали положительное воздействие на урожайность и коэффициент размножения. Внесение регуляторов роста обеспечило рост урожайности на 4,3–7,4 т/га. При этом максимальный эффект был получен независимо от схемы посадки при применении регулятора роста Альбит (6,6–7,4 т/га). Коэффициент размножения при этом вырос на 1,0–1,6. При общей урожайности 44,9–49,2 т/га выход семенной фракции составил 42,7–45,3 т/га, прибавка семенных клубней – 6,7 и 7,3 т/га.

Применение корневых подкормок микроудобрениями также оказало положительное влияние на семенную продуктивность сорта Вектар. Коэффициент размножения увеличивался на 1,8–1,9. При общей урожайности 41,4–48,8 т/га с 1 га получено 38,9–44,4 т/га семенного материала. Наиболее эффективным среди микроудобрений оказалось применение Биоверм Техно, который способствовал росту выхода семенной фракции на 6,4 т/га (табл. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, оптимальной густотой посадки для среднепозднего сорта Вектар является 57 тыс. шт/га, урожайность при этом находилась в пределах 41,8–49,2, т/га, выход семенной фракции 38,0–44,4 т/га.

Применение регуляторов роста и микроудобрений независимо от густоты посадки положительно повлияло как на формирование вегетативной массы растений картофеля, так и на семенную продуктивность. Максимальный выход семенной фракции обеспечили 2-кратные некорневые подкормки регулятором роста Альбит (45,3 т/га) и микроудобрением Биоверм Техно (44,4 т/га) при густоте посадки 57 тыс. шт/га.

Таблица 2 – Влияние схем посадки и средств химизации на продуктивность сортов в питомниках предварительного размножения картофеля сорта Вектар, среднее за 2022–2024 гг.

Схема посадки (фактор А)	Средства химизации (фактор В)	Урожайность, т/га			Коэффициент размножения			Выход семенной фракции, т/га	
		всего	± к 53 тыс. шт/га	± к контролю	всего	53 тыс. шт/га	± к контролю	всего	± к контролю
53 тыс. шт/га	Контроль	38,3	–	–	9,4	–	–	36,0	–
	Альбит	44,9	–	+6,6	11,0	–	+1,6	42,7	+6,7
	Атоник плюс	42,9	–	+4,6	10,7	–	+1,3	39,9	+3,9
	Биоверм Техно	46,1	–	+7,8	11,2	–	+1,8	42,4	+6,4
	АгроНАН Актив	41,4	–	+3,1	11,3	–	+1,9	38,9	+2,9
57 тыс. шт/га	Контроль	41,8	+3,5	–	8,6	–0,8	–	38,0	–
	Альбит	49,2	+4,3	+7,4	9,6	–1,4	+1,0	45,3	+7,3
	Атоник плюс	46,1	+3,2	+4,3	9,7	–1,0	+1,1	42,9	+4,3
	Биоверм Техно	48,8	+2,7	+7,0	10,5	–0,7	+1,9	44,4	+6,4
	АгроНАН Актив	46,4	+5,0	+4,6	10,5	–0,8	+1,9	42,2	+4,2
НСР _{0,5}		2,32			0,25				
НСР _{0,5} (А)		1,11			0,12				
НСР _{0,5} (В)		1,53			0,15				

Список литературы

1. Бульба беларуская: энцыклапедыя / под общ. ред. И. И. Колядко. – Минск : Беларус. энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2008. – 384 с.
2. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легко-суглинистых почвах / В. Н. Босак ; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2003. – 176 с.
3. Пискун, Т. П. Влияние уровня минерального питания и густоты посадки на продуктивность и качество клубней новых сортов картофеля / Т. П. Пискун // Картофелеводство : сб. науч. тр. / БелНИИ картофелеводства. – Минск, 2000. – Вып. 10. – С. 257–266.
4. Агроэкология / В. А. Черников, Р. М. Алексахин, А. В. Голубев [и др.] ; под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – М. : Колос, 2000. – 536 с.
5. Дайнеко, Т. М. Оценка действия регуляторов роста на урожайность картофеля / Т. М. Дайнеко // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. / Рос. акад. с. х. наук ; ВНИИ механизации агрохим. обслуж. сельского хоз-ва. – Рязань, 2014. – С. 143–146.
6. Никулин, В. Ф. Качество и сохраняемость картофеля в зависимости от технологий возделывания / В. Ф. Никулин, В. П. Косьянчук, Н. М. Кувшинов // Картофель и овощи. – 1994. – № 4. – С. 3–4.
7. Методика экологического сортоиспытания : рекомендации / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодородству. – Самохваловичи, 2019. – 10 с.
8. Методика исследований по культуре картофеля / Отд-ние растениеводства и селекции Всесоюзной акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, НИИ картоф. хоз-ва ; редкол. : Н. А. Андрушина [и др.]. – М., 1967. – 225 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – С. 154.

Поступила в редакцию 19.12.2024 г.

M. O. OSOVIK, N. A. KHOH, I. I. SHKLYAR

**EFFECT OF PLANTING DENSITY AND FOLIAR FERTILIZATION
ON POTATO PRODUCTIVITY AT THE ORIGINAL SEED
PRODUCTION STAGE**

SUMMARY

The data on the effectiveness of growth regulators Atonik Plus, Albit, and micronutrients AgroNAN Active and Bioverm Techno in original seed production is presented.

The optimal planting density for the mid-late variety Vektar is 57 thousand plants/ha. The maximum yield of seed fractions was achieved with two foliar applications of the growth regulator Albit (45.3 t/ha) and the micronutrient Bioverm Techno (44.4 t/ha) at a planting density of 57 thousand plants/ha.

Key words: potato; growth regulators; micronutrients; multiplication coefficient; yield; efficiency.

УДК 634.739.3:736(476)

А. М. Пашкевич, заведующий сектором бобовых овощных культур
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКЦИОННО-БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОЗЕЛЕНИ РАЗЛИЧНЫХ ОВОЩНЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ (*BRASSICACEAE* BURNETT)

РЕЗЮМЕ

*Приведены результаты исследования генотипических особенностей продукционно-биометрических показателей (фитомасса, длина проростка, длина, ширина и индекс листа, площадь листовой поверхности) микрозелени восьми видов овощных культур семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett) – капуста белокочанная, капуста цветная, капуста краснокочанная, капуста брокколи, капуста кольраби, редис, редька, дайкон. Установлено, что лидирующее положение в видовом ряду по интегральному уровню урожайности и ростовым параметрам, оцениваемым по совокупности характеристик, принадлежало дайкону и капусте белокочанной, что позволяет отнести их к перспективным капустным овощным культурам для производства микрозелени.*

Ключевые слова: микрозелень; капуста белокочанная; капуста цветная; капуста краснокочанная; капуста брокколи; капуста кольраби; редис; редька; дайкон; продукционно-биометрические показатели.

ВВЕДЕНИЕ

Микрозелень представляет собой молодые побеги овощей, лекарственных и пряных трав, злаков и диких съедобных растений, изначально использовавшихся в кулинарии как украшение благодаря привлекательному внешнему виду и оригинальному вкусу. В настоящее время высокая востребованность данного растительного продукта на рынке обусловлена научно подтвержденным богатым биохимическим составом: антиоксиданты (глюкозинолаты, каротиноиды, фенолы), витамины (С, Е, К), минералы (Р, Mg, Ca, Fe, Zn, Cu), клетчатка, омега-3 жирные кислоты и другие питательные соединения, важные для здоровья [1, 2]. Микрозелень содержит больше биологически активных веществ по сравнению с проростками и зрелыми растениями ввиду образующихся при ферментативном расщеплении макромолекул на начальных этапах роста и развития сеянца (2–10 дней), которые легко усваиваются человеческим организмом, а ее употребление способно полностью удовлетворить суточную потребность в витаминах и минералах [3–6].

Несмотря на то что от 80 до 100 видов растений можно выращивать в качестве микрозелени, самыми популярными видами являются капуста (белокочанная, краснокочанная, листовая, савойская, цветная, пекинская, брюссельская, кале, брокколи, кольраби), руккола, горчица (дижонская и красная), редис, редька, дайкон, мицуна, брюква, репа, татсой и другие виды семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett), содержащие генотипы, удовлетворяющие высоким требованиям органолептических показателей и полезности для здоровья человека благодаря значительному содержанию

биологически активных веществ [7–9]. В свою очередь, несколько эпидемиологических исследований показали, что у людей, потребляющих капустные овощи, снижается риск раковых заболеваний и инфаркта миокарда благодаря их уникальному питательному составу, особенно основных компонентов – глюкозинолатов. Были также проведены исследования, свидетельствующие, что благодаря наличию в брокколи трех генов хлорофиллазы (BoCLN1, BoCLN2 и BoCLN3), регулирующих накопление хлорофилла, употребление в пищу данного капустного вида снижает риск развития рака легких, желудка, толстой и прямой кишки. Кроме того, капустные культуры обладают антиоксидантной способностью благодаря высокому уровню накопления антиоксидантных фитохимических веществ и способностью защищать клеточные органеллы от окислительного повреждения свободными радикалами, образующимися в ходе клеточного дыхания [10–12].

Ввиду значительного увеличения потребительского спроса на микрозелень и повышения ее производственного потенциала, особенно в последние годы, общемировые исследования были направлены на изучение многообразия фитохимических веществ данного растительного продукта в сравнении с товарными овощами. Установлено, что содержание аскорбиновой кислоты (витамин С) составляет от 32,9 (кресс-салат, китайская капуста) до 120,8 мг/100 г сырого веса (брокколи и цветная капуста), что в среднем в 2,5 раза выше, чем в зрелых овощах. Концентрация филлохинона (витамин K₁) в 3,2 раза больше, чем во взрослых аналогах, и находится в диапазоне от 1,6 (брюква) до 3,7 мкг/100 г сырого веса (брокколи, редис, дайкон, кольраби). Вместе с тем отмечено, что микрозелень семейства капустные является достаточно богатым источником каротиноидов: содержание β-каротина (провитамин А) в 2,3 раза выше, чем в зрелых овощах, лютеина / зеаксантина – в 7,9, виолоксантина – в 5,5 раза. Американскими учеными зарегистрировано содержание α-токоферола (витамин Е) от 1,6 (савойская капуста) до 4,1 мг/100 г сырого веса (красный редис), γ-токоферола – от 0,1 (краснокочанная капуста) до 1,5 мг/100 г сырого веса (редька), глюкозинолатов – от 43,7 (белокочанная капуста) до 535,5 мкмоль/100 г (редька), а общее фенольное содержание отмечено на уровне от 88,6 (кресс-салат) до 811,2 мг/100 г сырого веса (редька) [13–18].

Как показывают приведенные выше исследования биохимического состава микрозелени, его изменения определяются действием многих факторов, включая экологические и физиологические. Тем не менее генетический фон считается основным фактором, определяющим как биохимический состав микрозелени, так и ее продукционно-биометрические характеристики. В связи с этим важным аспектом при производстве данной растительной продукции является подбор семян соответствующих высокопродуктивных сортов и гибридов овощей, которые формируют значительную часть себестоимости. Корейскими учеными установлено, что некоторые виды овощных культур одного семейства, также как и сорта, быстро прорастают и быстро растут, в то время как другие – медленно и могут требовать предварительных посевов для улучшения, стандартизации и сокращения производственного цикла [19].

Исходя из вышеизложенного, признаки, представляющие интерес для перспективных генотипов, такие как внешний вид, урожайность, товарность, текстура, вкус, фитохимический состав и питательная ценность, а также генетическая изменчивость между видами по интересующим признакам, на микрозелени малоизученна, в связи с чем возникает необходимость в продукционно-биометрических знаниях внутри одного семейства, позволяющих разграничивать и выделять наиболее урожайные конкретные виды овощей, а также сорта и гибриды внутри одного вида. Целью настоящего

исследования стало сравнительное изучение продукционных и биометрических параметров различных овощных видов семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования выполнены в 2020 г. на образцах микрозелени капустных овощных культур, семенной материал которых был взят из существующей коллекции генетических ресурсов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Были выбраны и подготовлены семена 50 образцов капусты белокочанной (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. f. *Alba* DC.), по 10 образцов капусты цветной (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.) и капусты краснокочанной (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. f. *Rubra* (L.) Thell.), по 5 образцов капусты брокколи (*Brassica oleracea* L. var. *gemminifera* DC. Thell.) и капусты кольраби (*Brassica oleracea* L. var. *gongylodes* L.), 10 образцов редиса (*Raphanus sativus* L.), по 5 образцов редьки (*Raphanus sativus* L. var. *niger* (Mill.)) и дайкона (*Raphanus sativus* L. spp. *acanthiformis* (Morel) Stankev) (табл. 1). Отобранный посевной материал характеризовался отсутствием химических обработок, гигиенической безопасностью, высокими кондиционными показателями: предварительно была определена лабораторная всхожесть и энергия прорастания общепринятым методом, численные показатели которых находились на уровне 95–98 % [20]. Семена были промыты отстоянной водой комнатной температуры: + 21–24 °С, рН 7,7, содержание хлора не более 1,1 мг/л. Подготовка посевного материала и предпосевное обеззараживание семян было выполнено согласно общепринятым методикам [21–24]. Посев проведен сплошным методом из расчета около 600 шт. на контейнер для капусты (белокочанной, цветной, краснокочанной, брокколи и кольраби), около 320 шт. – для редиса и редьки, около 450 шт. – для дайкона, что в весовом отношении составило порядка 2,0, 2,8 и 3,0 г на контейнер соответственно. Проращивание семян было проведено без доступа света в течение первых двух суток культивирования, после чего опытные образцы были выставлены под светодиодные светильники согласно схеме опыта. Культивирование микрозелени было проведено в полипластовых контейнерах (179×132 мм, объемом 750 мл), стерилизуемых 96 % этиловым спиртом. В качестве грунта для выращивания был использован подготовленный торфяной субстрат, проавтоклавированный в паровом автоклаве ВК-75-01 (время стерилизационной выдержки 20 мин, при температуре 132±2 °С и давлении 0,1 МПа). Опыты были заложены в 3-кратной повторности в три цикла выращивания при случайном (рендомизированном) расположении с размером одной деланки 237 см² и площадью под одним вариантом 0,4 м². Сортообразцы капустных культур были выращены в условиях светокультуры с использованием светильников на основе светодиодов ДСП08-3х12-004 УХЛ4 производства Государственного предприятия «ЦСОН НАН Беларуси», которые легли в основу облучательной фитоустановки стеллажного типа FLORALED 300/2/4. Спектр излучения светодиодных светильников находился в диапазоне длин волн от 380 до 780 нм, включая фотосинтетически активную радиацию. Наличие в излучении квантов света различных длин волн обеспечивало ход всего многообразия фотобиологических процессов, присущих растительным организмам. Культивирование микрозелени, биометрические измерения (длина проростка, длина, ширина и индекс листа, площадь листовой поверхности), сбор и учет структуры урожая были проведены согласно общепринятым методикам [25, 26]. Все биометрические и продукционные измерения были выполнены в 3-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторностях с последующей статистической обработкой экспериментальных данных по методике, принятой для биологических исследований

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

Таблица 1 – Исходные сортообразцы овощных культур семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett), отобранные для выращивания микрозелени

Сортообразец	Биологический статус	Группа созревания	Год включения в Государственный реестр	Страна-оригинатор
1. Капуста белокочанная (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L. f. <i>alba</i> DC.)				
1. Казачок	Гибрид	Очень ранний	1998	Россия
2. Трансфер	Гибрид	Очень ранний	1995	Россия
3. Бородин	Гибрид	Очень ранний	2009	Нидерланды
4. Адема	Гибрид	Очень ранний	2004	Германия
5. Экспресс	Гибрид	Очень ранний	2005	Украина
6. Жнивеньская	Сорт	Ранний	1999	Беларусь
7. Моцарт	Гибрид	Ранний	2007	Нидерланды
8. Липеньская	Сорт	Ранний	2009	Беларусь
9. Нозоми	Гибрид	Ранний	2008	Франция
10. Илария	Гибрид	Ранний	2010	Беларусь
11. Магнус	Гибрид	Ранний	2014	Япония
12. Катана	Гибрид	Ранний	2017	Беларусь
13. Чемпион	Гибрид	Среднеранний	2012	Нидерланды
14. Грeпала	Гибрид	Среднеранний	2014	Нидерланды
15. Браксан	Гибрид	Среднеранний	2016	Нидерланды
16. Надежда	Сорт	Средний	1977	Россия
17. Амазон	Гибрид	Средний	2005	Россия
18. Дидон	Гибрид	Средний	2009	Нидерланды
19. Сиклон	Гибрид	Средний	2014	Нидерланды
20. Текила	Гибрид	Средний	2012	Нидерланды
21. Хедона	Гибрид	Средний	2013	Сербия
22. Циклон	Гибрид	Средний	2011	Франция
23. Альфредо	Гибрид	Средний	2011	Нидерланды
24. Гранада	Гибрид	Средний	2013	Германия
25. Оклахома	Гибрид	Средний	2017	Нидерланды
26. Белорусская 85	Сорт	Среднепоздний	1949	Беларусь
27. Русиновка	Сорт	Среднепоздний	1984	Беларусь
28. Юбилейная 29	Сорт	Среднепоздний	1999	Беларусь
29. Надзея	Сорт	Среднепоздний	2000	Беларусь
30. Дискавер	Гибрид	Среднепоздний	2006	Нидерланды
31. Фактор	Гибрид	Среднепоздний	2010	Нидерланды
32. Леопольд	Гибрид	Среднепоздний	2012	Нидерланды
33. Добрава	Гибрид	Среднепоздний	2015	Беларусь
34. Девотор	Гибрид	Среднепоздний	2017	Нидерланды
35. Акварель	Гибрид	Среднепоздний	2016	Нидерланды
36. Мара	Сорт	Поздний	2001	Беларусь
37. Зимовая	Сорт	Поздний	2005	Беларусь
38. Каменная голова	Гибрид	Поздний	2007	Нидерланды
39. Снежинская	Сорт	Поздний	2008	Беларусь
40. Каунтер	Гибрид	Поздний	2008	Нидерланды
41. Парадокс	Гибрид	Поздний	2009	Нидерланды
42. Новатор	Гибрид	Поздний	2010	Нидерланды
43. Аватар	Гибрид	Поздний	2010	Беларусь
44. Нефрит	Гибрид	Поздний	2010	Польша
45. Руссо	Гибрид	Поздний	2011	Нидерланды
46. Белизар	Гибрид	Поздний	2012	Беларусь

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

Продолжение таблицы 1

Сортообразец	Биологический статус	Группа созревания	Год включения в Государственный реестр	Страна-оригинатор
47. Коля	Гибрид	Поздний	2013	Нидерланды
48. Мандарин	Гибрид	Поздний	2015	Франция
49. Юбилей	Гибрид	Поздний	2014	Нидерланды
50. Галакси	Гибрид	Поздний	2009	Нидерланды
2. Капуста цветная (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>botrytis</i> L.)				
1. Гарантия	Сорт	Ранний	1971	Россия
2. Балдо	Гибрид	Ранний	2012	Нидерланды
3. Робер	Гибрид	Ранний	2007	Польша
4. Фремонт	Гибрид	Среднеранний	2012	Нидерланды
5. Планнер	Гибрид	Среднеранний	2013	Нидерланды
6. Бриллиант	Гибрид	Средний	2007	Германия
7. Спейс Стар	Гибрид	Средний	2013	Нидерланды
8. Скайвокер	Гибрид	Среднепоздний	2006	Нидерланды
9. Униботра	Гибрид	Среднепоздний	2007	Германия
10. Кастор	Гибрид	Поздний	2011	Франция
3. Капуста краснокочанная (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L. f. <i>rubra</i> (L.) Thell.)				
1. Топаз	Гибрид	Ранний	2013	Германия
2. Руки	Гибрид	Среднеранний	2014	Франция
3. Примеро	Гибрид	Средний	2012	Нидерланды
4. Ред Династи	Гибрид	Средний	2012	Нидерланды
5. Рубин	Гибрид	Средний	2013	Сербия
6. Гако	Сорт	Среднепоздний	1967	Россия
7. Родима	Гибрид	Поздний	2001	Германия
8. Варна	Гибрид	Поздний	2014	Франция
9. Гранат	Гибрид	Поздний	2013	Германия
10. Климаро	Гибрид	Поздний	2015	Нидерланды
4. Капуста брокколи (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>gemminifera</i> DC. Thell.)				
1. Калабрезе	Сорт	Ранний	2014	Германия
2. Птичь	Сорт	Ранний	2014	Беларусь
3. Цезарь	Сорт	Среднеранний	2003	Польша
4. Агасси РЗ	Гибрид	Средний	2015	Германия
5. Парфенон	Гибрид	Поздний	2013	Франция
5. Капуста кольраби (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>gongylodes</i> L.)				
1. Венская белая	Сорт	Ранний	2013	Германия
2. Венская голубая	Сорт	Среднеранний	2013	Германия
3. Деликатесная белая	Сорт	Среднеранний	2014	Германия
4. Габи	Сорт	Поздний	2007	Польша
5. Гигант	Сорт	Поздний	2013	Германия
6. Редис (<i>Raphanus sativus</i> L.)				
1. Жара	Сорт	Ранний	2013	Россия
2. Смачны	Сорт	Ранний	2002	Беларусь
3. Корсар	Сорт	Ранний	2006	Россия
4. Каспар	Гибрид	Ранний	2010	Нидерланды
5. Французский завтрак	Сорт	Ранний	2013	Германия
6. Квант	Сорт	Среднеранний	1986	Молдова
7. Полянка	Сорт	Средний	2007	Беларусь
8. Люцинка	Сорт	Средний	2007	Польша
9. Альба	Сорт	Средний	1980	Беларусь
10. Красный великан	Сорт	Поздний	2013	Германия

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

Окончание таблицы 1

Сортообразец	Биологический статус	Группа созревания	Год включения в Государственный реестр	Страна-оригинатор
7. Редька (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>niger</i> (Mill.))				
1. Летняя круглая белая	Сорт	Ранний	2014	Германия
2. Зимняя круглая черная	Сорт	Ранний	1950	Россия
3. Пантера	Сорт	Среднеранний	2015	Чехия
4. Дзіўная	Сорт	Средний	2002	Беларусь
5. Негритянка	Сорт	Поздний	2007	Россия
8. Дайкон (<i>Raphanus sativus</i> L. spp. <i>acanthiformis</i> (Morel) Stankev)				
1. Бивень мамонта	Сорт	Ранний	2014	Россия
2. Целитель	Сорт	Среднеранний	2015	Россия
3. Монако	Сорт	Средний	2013	Италия
4. Гасцінец	Сорт	Средний	2002	Беларусь
5. Олимп	Сорт	Средний	2018	Беларусь

с использованием программы Microsoft Office Excel 2007 [27, 28]. Выявление самого эффективного варианта опыта, обеспечивающего наиболее высокий интегральный уровень продукционно-биометрических показателей микрозелени капустных культур, был осуществлен с использованием авторского способа ранжирования объектов по совокупности анализируемых признаков, защищенного патентом [29].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты исследования продукционно-биометрических показателей микрозелени овощных культур показали устойчивое влияние генетического фактора на рост и развитие растений, формирование ими фитомассы внутри семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett), что отражено в таблице 2. Так, длина проростка варьировала от 48,5 мм (капуста краснокочанная) до 66,6 мм (дайкон) и в среднем по капустным культурам составила 57,9 мм. Капуста цветная, брокколи и редька по высоте растений находились близко к середине исследуемого показателя – 60,2, 60,6 и 60,8 мм соответственно. Наиболее развитым листовым аппаратом, составляющим в структуре урожая 87–92 %, характеризовалась микрозелень капусты белокочанной и дайкона, площадь листа у которых была на уровне 317,6 и 324,8 мм² соответственно. Значительно уступали по данному показателю такие виды, как капуста краснокочанная, цветная и брокколи, в то время как редис уступал лидерам на 5,4–12,6 мм², а кольраби и редька сформировали одинаковую площадь листа – 302,4 мм². Наиболее урожайными в культуре микрозелени оказались такие овощи семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett), как капуста белокочанная, дайкон, редька и редис, сырая фитомасса которых составила 3 757, 3 702, 3 642 и 3 584 г соответственно (рис.). В дальнейшем в пересчете на сухое вещество абсолютным лидером по урожайности показала себя капуста белокочанная (306,6 г/м²), в то время как дайкон, редька и редис проявили данный показатель на уровне 251,7, 262,2 и 222,2 г/м² соответственно.

Для определения относительных различий исследуемых признаков микрозелени капустных культур в качестве контрольного вида была принята капуста белокочанная, являющаяся старейшей овощной культурой указанного семейства, одной из самой распространенной и потребляемой растительной продукцией в мире (табл. 3) [30]. В соответствии с использованным в этих целях способом ранжирования объектов

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Таблица 2 – Продукционно-биометрические показатели микрозелени овощных культур семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett)

Овощная культура	Длина проростка, мм		Фитомасса (на сухое вещество), г/м ²		Длина листа (d), мм		Ширина листа (l), мм		Индекс листа, d/l		Площадь листа, мм ²	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	t
1. Капуста белокочанная	57,2 ± 0,5		306,6 ± 5,1		11,4 ± 0,0		7,3 ± 0,0		1,6 ± 0,0		317,6 ± 1,4	
2. Капуста цветная	60,2 ± 0,9	3,0*	249,2 ± 2,7	-9,9*	10,5 ± 0,0	-21,4*	5,4 ± 0,0	-53,0*	1,9 ± 0,0	25,0*	264,0 ± 2,4	-19,3*
3. Капуста краснокочанная	48,5 ± 0,8	-9,8*	179,6 ± 5,0	-17,7*	8,7 ± 0,1	-24,4*	5,2 ± 0,0	-56,4*	1,7 ± 0,0	5,8*	203,7 ± 1,9	-48,2*
4. Капуста брокколи	60,6 ± 1,0	3,0*	175,9 ± 3,3	-21,3*	11,2 ± 0,0	-4,3*	6,2 ± 0,1	-21,5*	1,8 ± 0,0	12,2*	297,8 ± 3,5	-5,2*
5. Капуста кольраби	47,2 ± 1,5	-6,4*	221,9 ± 4,7	-12,2*	11,2 ± 0,0	-4,9*	6,2 ± 0,0	-31,0*	1,8 ± 0,0	29,7*	302,4 ± 1,4	-7,7*
6. Редис	64,8 ± 0,6	10,2*	222,2 ± 1,8	-15,5*	11,6 ± 0,0	3,1*	7,0 ± 0,1	-5,4*	1,6 ± 0,0	6,4*	312,2 ± 1,8	-2,3*
7. Редька	60,8 ± 1,1	3,1*	262,2 ± 1,4	-8,3*	11,3 ± 0,0	-4,4*	6,3 ± 0,0	-11,9*	1,8 ± 0,0	8,8*	302,4 ± 1,9	-6,5*
8. Дайкон	66,6 ± 0,7	11,5*	251,7 ± 3,2	-9,1*	11,6 ± 0,0	4,3*	6,5 ± 0,2	-3,7*	1,8 ± 0,1	4,3*	324,8 ± 1,8	3,2*

* Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

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

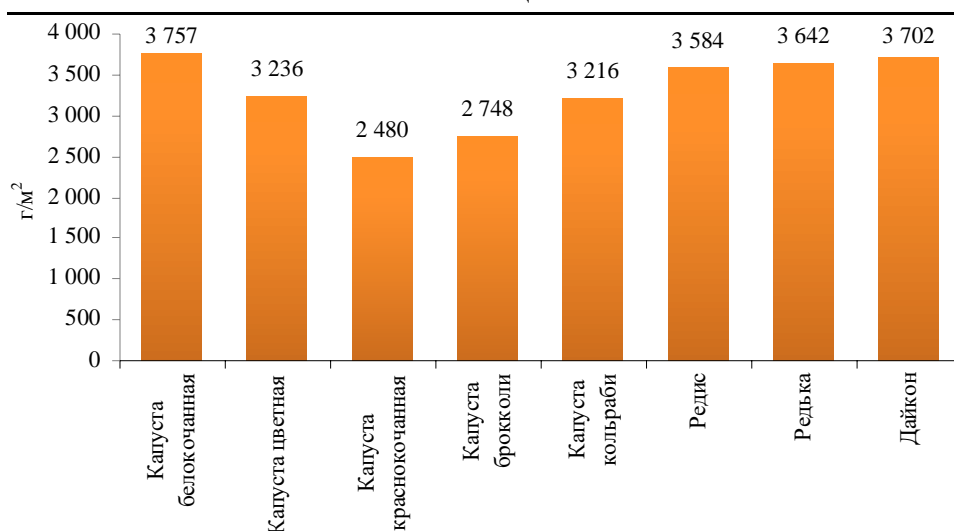


Рисунок – Формирование фитомассы микрозеленью овощных культур семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett), г/м²

Таблица 3 – Относительные различия продукционно-биометрических показателей опытных образцов микрозелени семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett) с контрольным видом (капуста белокочанная), %

Овощная культура	Длина проростка	Фитомасса	Длина листа	Ширина листа	Индекс листа	Площадь листа
Капуста цветная	+5,2	-18,7	-7,9	-26,0	+18,8	-16,9
Капуста краснокочанная	-15,2	-41,4	-23,7	-28,8	+6,3	-35,9
Капуста брокколи	+5,9	-42,6	-1,8	-15,1	+12,5	-6,2
Капуста кольраби	-17,5	-27,6	-1,8	-15,1	+12,5	-4,8
Редис	+13,3	-27,5	+1,8	-4,1	-	-1,7
Редька	+6,3	-14,5	-0,9	-13,7	+12,5	-4,8
Дайкон	+16,4	-17,9	+1,8	-11,0	+12,5	+2,3

по совокупности признаков у каждого исследуемого объекта было осуществлено раздельное суммирование относительных размеров положительных и отрицательных расхождений с контролем по шести количественным характеристикам продукционно-биометрических показателей (табл. 4). По величине амплитуды выявленных различий выполнена оценка степени изменений урожайности и ростовых параметров микрозелени капустных культур в ту и иную сторону, тогда как на основании кратного размера соотношения суммарных показателей позитивных и негативных сдвигов была дана оценка степени преимуществ интегрального уровня продукционно-биометрических показателей каждого вида относительно друг друга, а также капусты белокочанной, приняв за 1 показатели ее продукции.

Значительная ширина приведенных диапазонов варьирования продукционно-биометрических признаков указала на их существенную зависимость от генотипа растений. В частности, была прослежена общность тенденций в ориентации различий с контрольным видом длины проростка, фитомассы, длины, ширины, индекса и площади листа на фоне заметных генотипических различий степени их выразительности.

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

Таблица 4 – Относительные размеры, амплитуды и соотношения продукционно-биометрических различий микрозелени семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett) с контрольным видом (капуста белокочанная) по продукционно-биометрическим показателям, %

Овощная культура	Относительные различия, %				
	Положительные	Отрицательные	Амплитуда	Положительные / отрицательные	Совокупный эффект
Капуста цветная	24,0	69,5	93,5	0,4	-45,5
Капуста краснокочанная	6,3	145,0	151,3	0,1	-138,7
Капуста брокколи	18,4	65,7	84,1	0,3	-47,3
Капуста кольраби	12,5	66,8	79,3	0,2	-54,3
Редис	15,1	33,3	48,4	0,5	-18,2
Редька	18,8	33,9	56,7	0,6	-15,1
Дайкон	33,0	28,9	61,9	1,1	+4,1

Так, у большинства анализируемых видов капустных овощных культур была показана активизация в формировании проростка на 5,2–16,4 %, при этом почти для всех видов, кроме дайкона, отмечено подавление развития листа на 1,7–35,9 % по сравнению с капустой белокочанной. Особенно ярко было проявлено снижение урожайности всех исследуемых видов в культуре микрозелени относительно контроля, численно выраженное отставанием в формировании фитомассы на 14,5–42,6 %, что является критичным аспектом при производстве данной растительной продукции (см. табл. 3).

Согласно данным таблицы 4, амплитуда выявленных положительных и отрицательных различий с контролем по совокупности исследуемых признаков варьировала в видовом ряду от 48,4–61,9 % у редиса, редьки и дайкона до 79,3–151,3 % у кольраби, брокколи, цветной и краснокочанной капусты, что позволило подтвердить значительное влияние генотипического фактора на продукционно-биометрические показатели микрозелени тестируемых сортов образцов. При этом лишь для дайкона было установлено доминирование позитивных сдвигов над негативными, что свидетельствовало о небольшом (совокупный эффект 4,1 %) улучшении урожайности и ростовых параметров данного объекта относительно капусты белокочанной. Вместе с тем у дайкона соотношение разнонаправленных сдвигов в продукционно-биометрическом проявлении в культуре микрозелени относительно контроля было близко к 1, что позволило сделать вывод об определенной сопоставимости исследуемых показателей. Для остальных же тестируемых сортов образцов было отмечено преобладание отрицательных сдвигов над положительными, что однозначно позволило сделать вывод о более низком, чем у капусты белокочанной, интегральном уровне урожайности и ростовых параметров.

В соответствии со снижением кратного размера соотношения положительных и отрицательных сдвигов урожайности и ростовых параметров микрозелени капустных овощных культур относительно капусты белокочанной тестируемые сорта образцы расположились следующим образом: дайкон = капуста белокочанная > редька > редис > капуста цветная > капуста брокколи > капуста кольраби > капуста краснокочанная.

Как видно, лидирующее положение в видовом ряду по интегральному уровню продукционно-биометрических показателей принадлежит дайкону и капусте белокочанной. При этом остальные тестируемые объекты уступали контролю по величине данного соотношения, что делает их менее перспективными для производства микрозелени капустных культур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования генотипических особенностей продукционно-биометрических показателей микрозелени восьми видов овощных культур семейства капустные (*Brassicaceae* Burnett) (капуста белокочанная, капуста цветная, капуста краснокочанная, капуста брокколи, капуста кольраби, редис, редька, дайкон) определено, что лидирующее место по интегральному уровню урожайности и ростовым параметрам, оцениваемым по совокупности характеристик, принадлежало дайкону и капусте белокочанной. На основании результатов исследования установлена последовательность вариантов опыта в порядке снижения продукционно-биометрических показателей микрозелени капустных овощных культур по совокупности шести характеристик: дайкон = капуста белокочанная > редька > редис > капуста цветная > капуста брокколи > капуста кольраби > капуста краснокочанная.

Список литературы

1. A comprehensive review on the antioxidant activities and health benefits of microgreens: current insights and future perspectives / T. E. Tallei, B. J. Kepel, H. I. S. Wungouw [et al.] // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2024. – Vol. 59. – P. 58–71. – DOI: 10.1111/ijfs.16805.
2. Alfalfa, Cabbage, Beet and Fennel Microgreens in Floating Hydroponics – Perspective Nutritious Food? / S. Fabek Uher, S. Radman, N. Opačić [et al.] // *Plants*. – 2023. – Vol. 12 (2098). – P. 1–12. – DOI: 10.3390/plants12112098.
3. Nolan, D. A. Effects of Seed Density and Other Factors on the Yield of Microgreens Grown Hydroponically on Burlap. Major Project / D. A. Nolan – URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/> (date of access: 01.11.2024).
4. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: Edible microgreens / Zhenlei Xiao, Gene E Lester, Yaguang Luo, Qin Wang // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2012. – Vol. 60. – P. 7644–7651.
5. Sprouts and microgreens: Trends, opportunities, and horizons for novel research / A. Galieni, B. Falcinelli, F. Stagnari [et al.] // *Agronomy*. – 2020. – Vol. 10 (1424). – P. 1–45. – DOI: 10.3390/agronomy10091424.
6. Bioactive composition and nutritional profile of microgreens cultivated in Thailand / L. Kowitcharoen, S. Phornvillay, P. Lekham [et al.] // *Applied Sciences*. – 2021. – Vol. 11 (7981). – P. 1–9. – DOI: 10.3390/app11177981.
7. Butkutė, B. Small-Seeded Legumes as a Novel Food Source. Variation of Nutritional, Mineral and Phytochemical Profiles in the Chain: Raw Seeds-Sprouted Seeds-Microgreens / B. Butkutė, L. Taujenis, E. Norkevičienė // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24, № 133. – P. 200–218.
8. Effects of Different Light Spectra on Final Biomass Production and Nutritional Quality of Two Microgreens / S. Toscano, V. Cavallaro, A. Ferrante [et al.] // *Plants*. – 2021. – Vol. 10 (1584). – P. 1–18. – DOI: 10.3390/plants10081584.
9. Exposure to Salinity and Light Spectra Regulates Glucosinolates, Phenolics, and Antioxidant Capacity of *Brassica carinata* L. Microgreens / S. Maina, D. H. Ryu, J. Y. Cho [et al.] // *Antioxidants*. – 2021. – Vol. 10 (1183). – P. 1–18. – DOI: 10.3390/antiox10081183.

10. Crucial facts about health benefits of popular cruciferous vegetables / S. Manchali, K. N. C. Murthy, B. S. Patil [et al.] // *Journal of Functional Foods*. – 2012. – Vol. 4. – P. 94–106. – DOI: 10.1016/j.jff.2011.08.004.
11. Avato, P. Brassicaceae: A rich source of health improving phytochemicals / P. Avato, M. P. Argentieri // *Phytochemistry*. – 2015. – Vol. 14. – P. 1019–1033. – DOI: 10.1007/s11101-015-9414-4.
12. Bioactive compounds in Brassicaceae vegetables with role in the prevention of chronic diseases / A. Raiola, A. Errico, G. Petruk [et al.] // *Molecules*. – 2018. – Vol. 23 (1). – P. 1–15. – DOI: 10.3390/molecules23010015.
13. Profiling polyphenols in five Brassica species microgreens by uHPLC-PDA-ESI/HMRSⁿ / J. Sun, Z. Xiao, L.-Z. Lin [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2013. – Vol. 61. – P. 10960–10970.
14. Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: Microgreens / Z. Xiao, G. E. Lester, Y. Luo and Q. Wang // *Postharvest Biology and Technology*. – 2015. – Vol. 110. – P. 140–148.
15. Choe, U. The science behind microgreens as an exciting new food for the 21st Century / U. Choe, L. L. Yu, T. T. Y. Wang // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2018. – Vol. 66. – P. 1159–11530. – DOI: 10.1021/acs.jafc.8b03096.
16. High intake of cruciferous vegetables reduces the risk of gastrointestinal cancers: results from observational studies / H. Ren, H. N. Luu, Y. Liu [et al.] // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2024. – Vol. 64 (23). – P. 8493–8499. – DOI: 10.1080/10408398.2023.2271070.
17. Sanlier, N. The benefits of Brassica vegetables on human health / N. Sanlier, G. Saban // *Journal of Human Health Research*. – 2018. – Vol. 1. – P. 104–126.
18. Antiproliferative Effect of Bioaccessible Fractions of Four Brassicaceae Microgreens on Human Colon Cancer Cells Linked to Their Phytochemical Composition / B. Fuente, G. López-García, V. Mániz [et al.] // *Antioxidants*. – 2020. – Vol. 9 (368). – P. 1–15. – DOI: 10.3390/antiox9050368.
19. Miller, D. D. Food system strategies for preventing micronutrient malnutrition / D. D. Miller, R. M. Welch // *Food Policy*. – 2013. – Vol. 42. – P. 115–128.
20. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. – Введ. 01.07.86. – М. : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995. – 21 с.
21. Лудилов, В. А. Семеноведение овощных и бахчевых культур / В. А. Лудилов ; М-во сельского хоз-ва Рос. Федерации, Федер. агентство по сельскому хоз-ву. – М. : Росинформагротех, 2005. – 391 с.
22. Предпосевная обработка семян / В. И. Хайновский, С. И. Любая, О. С. Копылова, М. А. Афанасьев // *Сельский механизатор*. – 2017. – № 1. – С. 14–15.
23. Влияние предпосевной обработки семян на развитие микрорзелени / А. Н. Гордеева, Е. П. Сапешко, Е. С. Мазунина // *Агротехнологии XXI века : Всерос. науч.-практ. конф., Пермь, 09–11 нояб. 2016 г. / М-во сельского хоз-ва Рос. Федерации, Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д. Н. Прянишникова ; ред. Ю. Н. Зубарев [и др.]*. – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2016. – С. 318–320.
24. Кунавин, Г. Обработка семян овощных культур раствором перекиси водорода и гидроперита / Г. Кунавин, М. Кастирнова // *Овощеводство и тепличное хозяйство*. – 2017. – № 1. – С. 7–10.
25. 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.

26. Микрозелень, зелень, проростки, цветы пищевые : ТУ ВУ 290986297.001-2023 : приняты 23.05.23. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2023. – 18 с.
27. Боровиков, В. П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков. – СПб. : Изд. дом «Питер» ЗАО «Питер бук», 2001. – 650 с.
28. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. – М. : Академия, 2009. – 314 с.
29. Патент ВУ 17648 С 1 2013.10.30. Способ ранжирования таксонов растения : от 08.07.2013 / Рупасова Ж. А., Решетников В. Н., Яковлев А. П. – 7 с.
30. Cartea, M. E. Glucosinolates in *Brassica* foods: bioavailability in food and significance for human health / M. E. Cartea, P. Velasco // Photochemistry. – 2008. – Vol. 7. – P. 213–229. – DOI: 10.1007/s11101-007-9072-2.

Поступила в редакцию 13.12.2024 г.

A. M. PASHKEVICH

COMPARATIVE ANALYSIS OF PRODUCTION AND BIOMETRIC INDICATORS OF MICROGREENS FROM VARIOUS VEGETABLE SPECIES OF CABBAGE FAMILY (*BRASSICACEAE* BURNETT)

SUMMARY

*The study presents the results of research on the genotypic features of production and biometric indicators (biomass, sprout length, leaf length, width, index, and leaf surface area) of microgreens from eight vegetable species of Cabbage family (*Brassicaceae* Burnett): white cabbage, cauliflower, red cabbage, broccoli, kohlrabi, radish, black radish, and daikon. It was found that daikon and white cabbage held the leading positions in the species range in terms of integral yield levels and growth parameters evaluated by a combination of characteristics, making them promising vegetable cabbage crops for microgreen production.*

Key words: microgreens; white cabbage; cauliflower; red cabbage; broccoli; kohlrabi; radish; black radish; daikon; production and biometric indicators.

УДК 634.739.3:736(476)

А. М. Пашкевич¹, заведующий сектором бобовых овощных культур

Ж. А. Рупасова², член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник

Н. В. Гетко², доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник

А. И. Чайковский¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель генерального директора по научной работе

Ю. В. Трофимов³, кандидат технических наук, директор

Д. О. Сулим², младший научный сотрудник

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

² Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», г. Минск

³ Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук Беларуси», г. Минск

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И УГЛЕВОДОВ В МИКРОЗЕЛЕНИ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты сравнительного исследования в производственном эксперименте с 8-вариантной схемой влияния спектрального состава светодиодного освещения при варьировании соотношения в нем долей красного и синего света в диапазоне 1,3–10,5 на содержание в микрозелени капусты белокочанной органических кислот и углеводов.

Ключевые слова: светодиодное освещение; спектральный состав; капуста белокочанная; микрозелень; органические кислоты; растворимые сахара; пектиновые вещества; сахарокислотный индекс.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с увеличением в настоящее время спроса у населения республики на продукцию микрозелени капусты белокочанной, обусловленным повышенным накоплением в ней широкого спектра полезных веществ, особо актуальным является совершенствование технологии ее производства в условиях закрытой контролируемой среды. При этом первостепенную роль в формировании биохимического состава данной продукции играет спектральный состав источников света [5, 6]. В мировой практике при производстве микрозелени овощных культур широко используются светодиоды. Вместе с тем видоспецифичный характер требований растений культиваров к светодиодному освещению обусловил необходимость проведения исследований по оптимизации его спектрального состава, обеспечивающего наиболее высокое содержание в конечной продукции весьма ценных с физиологической точки зрения органических

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

соединений, определяющих ее вкусовые и полезные свойства [7, 8]. Это и определило цель нашего исследования, направленную на выявление светового фона, способствующего наибольшему накоплению в микрозелени капусты органических кислот и углеводов, в значительной степени определяемого соотношением в нем областей красного и синего света.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования выполнены в рамках производственного эксперимента на образцах микрозелени капусты белокочанной (гибрид *Аватар*), выращенных с использованием светодиодных светильников производства Государственного предприятия «ЦСОТ НАН Беларуси» с распределением излучения в диапазоне 380–780 нм и соотношением в спектре фотонного потока долей красного и синего света в диапазоне значений R/V от 1,3 до 10,5 при интенсивности излучения 50 мкмоль/м²·с и продолжительности 16 ч. Схема производственного эксперимента включала 8 вариантов (табл. 1).

В качестве контроля был принят 3-й вариант опыта с соотношением в спектре освещения относительных долей красного и синего света, равном 4.

В свежих усредненных пробах растительного материала определяли содержание: сухих веществ – по ГОСТ 31640-2012 [2]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [4]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [4]. В высушенных при температуре 60 °С пробах растительного материала определяли содержание: гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрическим методом [3]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [1]; пектиновых веществ – кальциево-пектатным методом [4]. Все измерения и определения выполнены в 2-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторностях с последующей статистической обработкой экспериментальных данных с использованием программы Microsoft Office Excel 2007 [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Повариантное исследование биохимического состава микрозелени капусты белокочанной показало существенную зависимость его количественных характеристик от спектрального состава светодиодного освещения, что подтверждалось весьма широкими диапазонами их варьирования в рамках эксперимента, составлявшими для содержания сухих веществ 6,43–8,34 % при изменении параметров накопления в сухой

Таблица 1 – Спектральный состав фотонного потока в вариантах производственного эксперимента, %

Вариант	Спектр				
	В (синий)	G (зеленый)	R (красный)	FR (дальне-красный)	R / V (соотношение красного и синего)
1	22,4	45,3	29,8	2,5	1,3
2	13,9	40,2	42,0	3,9	3,0
3	11,3	38,6	45,7	4,3	4,0
4	9,8	37,7	47,8	4,7	5,0
5	8,3	36,8	49,9	5,0	6,0
6	6,5	35,7	52,4	5,3	8,0
7	5,6	35,2	53,7	5,5	9,5
8	5,2	34,8	54,6	5,4	10,5

Примечание. Область допустимых значений для 95 % доверительного интервала: ± 5 %.

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

массе свободных органических, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот в пределах 4,8–6,9 %, 975–1231 мг/100 г и 2 205–2 935 мг/100 г соответственно, растворимых сахаров – от 9 до 12 %, пектиновых веществ – от 2,4 до 4,8 % при соответствующих межвариантных различиях сахарокислотного индекса, определяемого соотношением количества растворимых сахаров и титруемых кислот и варьировавшегося в интервале 1,6–2,5.

Вместе с тем влияние исследуемого фактора на характеристики биохимического состава микрозелени капусты оказалось весьма неоднозначным при наличии явной общности тенденций в ориентации расхождений тестируемых вариантов с контролем в содержании анализируемых соединений, усиливавшейся по мере увеличения в спектре освещения доли красного света, при заметных межвариантных различиях степени их проявления. Так, при минимальном в эксперименте превышении доли красной области спектра относительно синей ($R/B = 1,3$) наблюдалось достоверное обеднение микрозелени капусты на 17–29 % по сравнению с контролем ($R/B = 4,0$), гидроксикоричными кислотами, сухими и пектиновыми веществами на фоне обогащения на 9–33 % растворимыми сахарами, аскорбиновой и свободными органическими кислотами с повышением на 25 % показателя сахарокислотного индекса (табл. 2).

В варианте опыта с 3-кратным превышением доли красного света относительно таковой синего отмечено сохранение установленного в предыдущем варианте, хотя и менее выраженного (в пределах 13–16 %) отставания от контроля в содержании сухих веществ и гидроксикоричных кислот на фоне активизации (в пределах 5–21 %) накопления не только растворимых сахаров, аскорбиновой и титруемых кислот при повышении сахарокислотного индекса на 13 %, но также пектиновых веществ.

Таблица 2 – Относительные различия с контролем вариантов опыта с использованием светодневного освещения разного спектрального состава по биохимическим характеристикам микрозелени капусты белокочанной

Показатели	1 (R/B=1,3)	2 (R/B=3,0)	4 (R/B=5,0)	5 (R/B=6,0)	6 (R/B=8,0)	7 (R/B=9,5)	8 (R/B=10,5)
Сухие вещества	-19,8	-12,5	-16,1	-22,9	-17,1	-13,2	-
Свободные органические кислоты	+9,7	+8,8	+9,4	-11,9	-14,1	+23,6	-5,9
Аскорбиновая кислота	+8,9	+5,4	-	+12,7	+25,8	+16,8	+3,2
Гидроксикоричные кислоты	-16,8	-15,9	+3,9	+3,7	-	-	+10,7
Растворимые сахара	+33,3	+18,9	+14,4	+11,1	+30,0	+25,6	+30,0
Сахарокислотный индекс	+25,0	+12,5	-	+25,0	+56,3	-	+37,5
Пектиновые вещества	-29,3	+20,9	-10,7	-	-30,1	-18,8	+38,3
Совокупный эффект	+11,0	+38,1	+0,9	+17,7	+50,8	+34,0	+113,8

Примечание. Прочерк означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

В остальных же вариантах опыта с более значительным, чем в контроле, превышением доли красного света относительно таковой синего в характере различий с ним по биохимическому составу микрозелени также установлена выраженная общность тенденций, но при доминировании уже не негативных, как в двух предыдущих вариантах опыта, а, напротив, позитивных изменений его характеристик. К примеру, во всех или в большинстве подобных случаев выявлено усиление накопления аскорбиновой и гидроксикоричных кислот на 3–26 и 4–11 % соответственно, а также, как и в двух вариантах опыта с меньшим, чем в контроле, присутствием красного света, на 11–30 % растворимых сахаров при увеличении сахарокислотного индекса на 25–56 %. При этом увеличение в спектре освещения доли красного света в основном способствовало обеднению микрозелени на 6–12 % титруемыми кислотами и на 11–30 % пектиновыми веществами, и лишь в 8 варианте опыта наблюдалось ее обогащение данными углеводами на 38 % при отсутствии значимых изменений в их накоплении в 5-м варианте.

Для выявления интегральной картины результативности испытываемых спектров светодиодного освещения в плане обогащения микрозелени капусты белокочанной исследуемыми соединениями в каждом варианте опыта было осуществлено суммирование относительных размеров выявленных различий с контролем параметров их накопления с учетом ориентации, дающее представление о совокупном эффекте от воздействия исследуемого фактора (см. табл. 2). Как видим, во всех тестируемых вариантах опыта значения данного показателя характеризовались положительной направленностью, варьируясь в диапазоне 0,9–113,8 %, что однозначно свидетельствовало о более благоприятном для совокупности рассматриваемых биохимических характеристик спектральном составе светодиодного освещения по сравнению с контролем. Вместе с тем минимальной величиной этого показателя, практически сопоставимой с контрольным уровнем, отмечен вариант опыта с 5-кратным превышением доли красного света относительно таковой синего, тогда как наиболее успешным в этом плане следовало признать вариант с 10,5-кратным размером данного превышения. Остальные же варианты уступали лидирующему варианту опыта в степени улучшения качества продукции по набору исследуемых признаков в 2,2–10,3 раза при наименьшем отставании варианта с 8-кратным соотношением в спектре освещения долей красного и синего света и наибольшем – при 6-кратном и особенно 1,3-кратном. Это позволяет заключить, что для производства микрозелени капусты белокочанной с наиболее высоким содержанием органических кислот и углеводов следует использовать светодиодные светильники с 10,5-кратным превышением в спектре доли красного света относительно таковой синего.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате сравнительного исследования в производственном эксперименте с 8-вариантной схемой влияния спектрального состава светодиодного освещения при варьировании в нем соотношения долей красной и синей областей в диапазоне 1,3–10,5 на содержание в микрозелени капусты белокочанной органических кислот и углеводов установлено наиболее выраженное стимулирующее влияние на их накопление при использовании светильников с максимальным соотношением долей красного и синего света при абсолютной неэффективности светодиодов с 5-кратным значением данного показателя. При этом наименьшее отставание в этом плане от лидирующего варианта освещения выявлено при 8-кратном превышении в спектре доли красного света и наибольшее – при 6-кратном и особенно 1,3-кратном.

Список литературы

1. Большой практикум «Биохимия». Лабораторные работы : учеб. пособие / сост. М. Г. Кусакина, В. И. Суворов, Л. А. Чудинова ; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012. – 148 с.
2. Корма. Методы определения содержания сухого вещества : ГОСТ 31640-2012 ; введ. 01.07.2013. – М. : Стандартинформ, 2012. – 11 с.
3. Марсов, Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники : дис. ... канд. фармацевтических наук : 15.00.02 / Марсов Николай Григорьевич ; ГОУВПО «Пермская государственная фармацевтическая академия». – Пермь, 2006. – 200 с.
4. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
5. Молчан, О. В. Влияние Led-освещения различного спектрального состава на рост и биосинтез алкалоидов в каллусных культурах *Vinca minor* / О. В. Молчан, В. М. Юрин // Журнал БГУ. Биология. – 2018. – № 2. – С. 48–56.
6. Оптимизация светодиодной системы освещения витаминной космической оранжереи / И. О. Коновалова, Ю. А. Беркович, А. Н. Ерохин [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2016. – Т. 50, № 3. – С. 17–23.
7. A review on the effects of light-emitting diode (LED) light on the nutrients of sprouts and microgreens / X. Zhang, Z. Bian, X. Yuan [et al.] // Trends in Food Science & Technology. – 2020. – Vol. 99. – P. 1–15.
8. Blue and Red LED Illumination Improves Growth and Bioactive Compounds Contents in Acyanic and Cyanic *Ocimum basilicum* L. Microgreens / A. Lobiuc, V. Vasilache, O. Pintilie [et al.] // Molecules. – 2017. – Vol. 22. – № 2111. – P. 1–14.

Поступила в редакцию 19.12.2024 г.

A. M. PASHKEVICH, ZH. A. RUPASOVA, N. V. GETKO,
A. I. CHAYKOVSKIY, YU. V. TROFIMOV, D. O. SULIM

INFLUENCE OF THE SPECTRAL COMPOSITION OF LED LIGHTING ON THE CONTENT OF ORGANIC ACIDS AND CARBOHYDRATES IN WHITE CABBAGE MICROGREENS

SUMMARY

The results of a comparative study in a production experiment with an 8-variant scheme are presented. The study examined the effect of the spectral composition of LED lighting, varying the ratio of red and blue light in the range of 1.3–10.5, on the content of organic acids and carbohydrates in white cabbage microgreens.

Key words: LED lighting; spectral composition; white cabbage; microgreens; organic acids; soluble sugars; pectin substances; sugar-acid index.

УДК 635.21:631.526.32:631.524(470)

Е. Л. Раковская, научный сотрудник

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

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

И. А. Родькина, кандидат биологических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты изучения 38 сортов картофеля российской селекции по хозяйственно ценным признакам. Выделены источники продуктивности, пригодности к переработке на картофелепродукты после пяти месяцев хранения без ре-кондиционирования, а также по устойчивости к фитофторозу, черной ножке, вирусным болезням, образцы со средним и высоким содержанием крахмала.

Ключевые слова: картофель; источники хозяйственно ценных признаков; сорт; продуктивность; пригодность к промышленной переработке; крахмал; устойчивость; фитофтороз; черная ножка; вирусные болезни.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из наиболее значимых и популярных сельскохозяйственных культур, играющих ключевую роль в рационе питания человека и экономике многих стран. Он имеет множество сортов, созданных в различных селекционных учреждениях мира, каждый из которых имеет свои особые характеристики [1, 2]. В результате комплексного изучения иностранных сортов и гибридов в условиях Республики Беларусь можно выделить источники хозяйственно ценных признаков, которые послужат исходными формами для селекции новых сортов картофеля [3–5]. Одним из основных направлений работы лаборатории генетики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» является пополнение, изучение и сохранение коллекции сортов мирового генофонда картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для проведения исследования послужили 38 образцов селекции Российской Федерации. опыты по их изучению и выделению лучших генотипов по хозяйственно ценным признакам закладывали на полях селекционного севооборота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2020–2022 гг. Посадка опытных образцов осуществлялась клоновой сажалкой в начале второй декады мая. Изучаемые образцы высаживали однорядковыми деланками по 10 клубней в 4-кратной повторности, схема посадки

70×30 см. Почва опытных участков дерново-подзолистая, легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном сулинке. Предшественник – редька масличная на зерно.

Уборку опытных образцов проводили вручную покустно. Фенологические наблюдения выполняли по методике отдела клубневодов ВИР [6], учет урожая – согласно «Методическим исследованиям по культуре картофеля» [7]. Содержание крахмала определяли весовым способом с помощью прибора МЕКУЕ 2600.

Оценку образцов по пригодности к промышленной переработке на картофелепродукты проводили после пяти месяцев хранения без рекондиционирования согласно «Методическим рекомендациям по специализированной оценке сортов картофеля» [8].

Устойчивость к фитофторозу и черной ножке по клубням определяли в соответствии с «Методами оценки картофеля, овощных и плодовых культур на устойчивость к болезням» [9], устойчивость к черной ножке по ботве определяли по методике Ю. В. Шнейдера [10]. Наличие вирусов устанавливали методом иммуноферментного анализа в лаборатории иммунодиагностики по протоколам производителей наборов [11].

Контрольными сортами были: Лиляя – ранний (р), Манифест – среднеранний (с/р), Скарб и Янка – среднеспелые (с/с), Вектар и Здабытак – среднепоздние (с/п).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В течение 2020–2022 гг. изучено 38 сортов картофеля селекции научных учреждений Российской Федерации. Проведена их оценка по основным хозяйственно ценным признакам. Характеристика образцов картофеля по продуктивности, содержанию крахмала и пригодности к промышленной переработке на картофелепродукты после пяти месяцев хранения представлена в таблице 1 и на рисунках 1, 2 (продуктивность и содержание крахмала).

В результате изучения показателя продуктивности выделены сорта: Гусар (1 273 г/куст), Кумач (1 218), Бабушка (1 162), Пламя (1 033) и гибрид 3-43-6 (1 025 г/куст). Они рекомендуются как источники высокой продуктивности при селекции на урожайность. Остальные сорта характеризовались продуктивностью менее 1 000 г/куст.

По содержанию крахмала выделен сорт Танго, у которого данный показатель за три года исследований составил 20,1 %. Содержание крахмала в клубнях на уровне 15,1–17,4 % отмечено у сортов Саровский (15,3 %), Антонина (16,6), Никулинский (16,3), Василек (17,4), Арлекин (15,8), Утро (15,3 %) (рис. 2).

В результате оценки сортов на пригодность к промышленной переработке на картофелепродукты после пяти месяцев хранения без рекондиционирования выделены сорта с относительно высокой пригодностью: Лина, Сафо, Вираз, Кузнечанка, Барин и Пламя, у которых цвет ломтиков хрустящего картофеля составил 7 баллов.

Характеристика образцов питомника испытания российских сортов и гибридов картофеля по устойчивости к черной ножке ботвы и клубней, фитофторозу листьев и клубней представлена в таблице 2.

По устойчивости к возбудителям черной ножки стеблей выделены сорта Русский сувенир, Никулинский, Василек, Гусар, которые по результатам оценки методом букетов показали относительно высокую устойчивость к патогену за три года испытания. Средняя устойчивость к бактериозу наблюдалась у 24 образцов. По устойчивости к возбудителям черной ножки клубней выделен сорт Кумач, обладающий высокой устойчивостью (8 баллов) к данному заболеванию. Относительно высокая устойчивость отмечена у 17 сортов, 19 имели среднюю устойчивость.

По устойчивости к фитофторозу листьев в полевых условиях на естественном инфекционном фоне выделен сорт Кумач, который в среднем за три года показал высокую

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

Таблица 1 – Характеристика сортов картофеля российской селекции по хозяйственно ценным признакам, 2020–2022 гг.

Сорт/гибрид	Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %	Пригодность к промышленной переработке после 5 месяцев хранения, балл
Гусар	1 273	13,7	3
Кумач	1 218	11,9	3
Бабушка	1 162	13,6	5
Сеним	1 043	13,7	5
Пламя	1 033	13,6	7
3-43-6	1 025	12,7	5
Арлекин	973	15,8	4
Удовницкий	961	13,3	5
Утро	960	15,3	5
Златка	922	13,7	5
Никулинский	921	16,3	5
Русский сувенир	913	14,4	2
Самбо	896	13,7	4
Кемеровчанин	891	14,4	4
3-43-2	864	11,1	4
Танго	824	20,1	4
Дихан	823	14,2	2
Жигулевский	818	12,6	4
Гранд	817	13,9	6
Вираз	807	12,7	7
Патриот	785	13,3	5
Варяг	776	11,7	5
Былина Сибири	761	16,0	3
Танай	734	12,6	6
Барин	718	14,6	7
София	702	15,6	5
Ушконьр	698	14,9	8
Кормилица	664	15,1	6
Лина	649	13,7	7
Васлек	642	17,4	5
Люкс	641	13,0	4
Третьяковка	622	14,1	3
Тэрра-1	619	15,2	6
Вымпел	610	12,3	4
Чароит	585	13,6	6
Антонина	582	16,6	4
Сафо	557	13,6	7
Саровский	549	15,3	6
Тулесвский	549	11,3	3
Юна	476	10,8	5
Кузнечанка	460	11,7	7
Альянс	440	14,0	4
Северное сияние	436	13,9	5
Степан	409	14,2	4
21/8516	380	11,0	2
25/861	193	10,7	3
Контрольные сорта			
Лиляя, р	681	13,2	5
Манифест, с/р	767	13,2	6
Янка, с/с	832	14,2	4
Скарб, с/с	886	12,5	7
Вектар, с/п	886	16,5	6
Здабытак, с/п	634	19,7	8

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

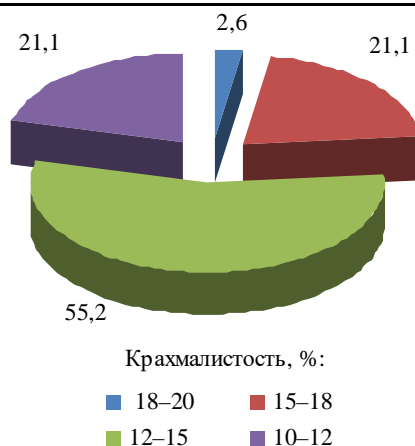
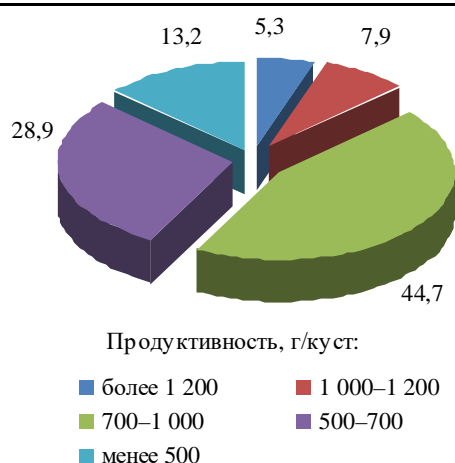


Рисунок 1 – Распределение сортов картофеля российской селекции по продуктивности (2020–2022 гг.), %

Рисунок 2 – Распределение сортов картофеля российской селекции по содержанию крахмала (2020–2022 гг.), %

Таблица 2 – Характеристика сортов картофеля российской селекции по устойчивости к черной ножке и фитофторозу, 2020–2022 гг.

Сорт/гибрид	Устойчивость к черной ножке, балл		Устойчивость к фитофторозу, балл	
	по стеблям	по клубням	по листьям	по клубням
Жигулевский	5,8	7,5	3,7	6,5
Лина	4,7	7,5	4,8	6,5
Былина Сибири	5,7	6,3	6,4	7,4
Сафо	4,6	7,3	4,3	4,2
Юна	5,3	7,1	3,1	6,5
Вираж	6,6	7,5	3,7	7,0
Саровский	6,6	6,1	3,0	7,8
Русский сувенир	7,7	6,4	7,2	5,0
Антонина	6,2	7,2	4,7	5,2
Тулеевский	4,8	6,1	3,7	4,3
Златка	6,5	7,3	7,0	6,3
Самбо	5,0	6,5	5,3	6,1
Кузнечанка	4,5	6,9	2,8	8,7
Никулинский	7,0	6,6	5,7	8,5
Люкс	5,9	6,7	2,0	5,6
Василек	7,7	5,9	7,3	6,4
Танай	3,4	7,3	4,7	4,7
Кемеровчанин	3,7	7,2	6,4	5,4
Гусар	7,0	7,2	7,7	7,7
Танго	5,5	6,1	7,7	6,5
Арлекин	6,2	6,3	4,7	5,9
Бабушка	5,8	7,1	3,9	4,9
21/8516	4,6	6,6	4,8	5,1
3-43-6	6,2	6,7	4,1	6,4
25/861	5,9	6,5	4,0	6,4
3-43-2	6,1	7,1	4,4	7,8
Вымпел	5,1	6,8	4,7	5,6
Гранд	5,4	6,7	4,1	6,1

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

Окончание таблицы 2

Сорт/гибрид	Устойчивость к черной ножке, балл		Устойчивость к фитофторозу, балл	
	по стеблям	по клубням	по листьям	по клубням
Чароит	6,2	6,9	4,5	5,4
Утро	3,4	5,1	5,8	7,9
Варяг	5,5	7,5	6,7	4,9
Барин	6,7	7,5	3,7	6,5
Патриот	5,1	7,2	3,6	7,4
Кумач	4,7	8,0	8,1	6,2
Третьяковка	6,2	7,1	6,8	6,4
Северное сияние	4,9	7,5	1,3	4,6
Пламя	6,5	6,5	3,5	6,4
Кормилица	5,8	6,8	4,7	5,2
Контрольные сорта				
Лиля, р	5,3	7,1	3,3	3,3
Манифест, с/р	5,4	7,1	4,2	4,2
Янка, с/с	6,9	7,3	5,5	5,5
Скарб, с/с	5,4	4,7	4,9	4,9
Вектар, с/п	6,5	6,9	6,7	6,7
Здабытак, с/п	5,0	7,1	7,5	7,5

(8 баллов) устойчивость к заболеванию. Относительно высокая устойчивость к патогену (7,0–7,7 балла) отмечена у сортов Русский сувенир, Златка, Василек, Гусар, Танго. У сортов Былина Сибири, Самбо, Никулинский, Кемеровчанин, Утро, Варяг, Третьяковка устойчивость к *Phytophthora infestans* (Mont.) de Vary составила 5,3–6,8 балла.

Высокой устойчивостью к фитофторозу клубней характеризовались сорта Кузнецанка, Никулинский, относительно высокой – сорта Былина Сибири, Вираз, Саровский, Гусар, Утро, Патриот и гибрид 3-43-2. Средняя устойчивость к патогену отмечена у сортов Жигулевский, Юна, Лина, Русский сувенир, Антонина, Златка, Самбо, Люкс, Василек, Кемеровчанин, Танго, Арлекин, Вымпел, Чароит, Барин, Кумач, Третьяковка, Пламя, Кормилица, гибридов 21/8516, 3-43-6, 25/861. Остальные образцы характеризовались низкой устойчивостью.

По результатам трехлетних испытаний выделен сорт Гусар с относительно высокой комплексной устойчивостью к черной ножке и фитофторозу по клубням и стеблям (7,0–7,7 балла). Сорта Русский сувенир и Василек характеризуются относительно высокой устойчивостью к возбудителям черной ножки и фитофторозу по листьям и стеблям и средней устойчивостью к патогенам по клубням. Относительно высокой устойчивостью к возбудителям черной ножки по клубням и средней по стеблям характеризовались 10 сортов – Жигулевский, Юна, Вираз, Антонина, Златка, Бабушка, Варяг, Барин, Патриот, Третьяковка и гибрид 3-43-2.

Высокая и относительно высокая устойчивость к фитофторозу клубней и средняя к фитофторозу листьев отмечена у сортов Никулинский, София, Былина Сибири и Утро. Сорта Кумач, Русский сувенир, Златка, Василек и Танго характеризовались высокой и относительно высокой устойчивостью к фитофторозу листьев и средней – к фитофторозу клубней.

В результате оценки сортов и гибридов на наличие скрытой вирусной инфекции методом ИФА установлено, что изучаемые образцы были наиболее поражены вирусом М. Вирус картофеля Х выявлен у 18 сортов, пораженность которым составила от 10 до 100 %. Y-вирус картофеля обнаружен у 31 сорта, пораженность им составила также от 10 до 100 %. Вирус картофеля S выявлен у 32 образцов (пораженность от 10

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

до 100 %). Вирус L отмечен только у сорта Барин. У девяти образцов выявлено наличие вируса А. Наименьшее количество вирусной инфекции отмечено у сорта Кормилица – пораженность вирусом М составила 40 %, остальных вирусов не выявлено (табл. 3).

Таблица 3 – Пораженность вирусами сортов российской селекции, ИФА, 2020–2022 гг.

Сорт/гибрид	Пораженность вирусами, %					
	X	Y	S	M	L	A
Жигулевский	0	57,1	0	100	0	0
Лина	14,2	14,2	0	100	0	0
Былина Сибири	30	80	40	90	0	0
Сафо	0	100	10	100	0	0
Юна	71,4	100	0	100	0	0
Вираз	0	25	0	100	0	0
Саровский	100	11,1	0	100	0	0
Русский сувенир	0	0	0	100	0	0
Антонина	33,3	100	0	33,3	0	0
Тулеевский	0	30	10	30	0	0
Златка	0	0	22,2	100	0	0
Самбо	0	0	75	100	0	0
Кузнечанка	66,6	100	66,6	66,6	0	0
Никулинский	30	0	70	40	0	0
Люкс	0	0	0	77,7	0	0
Василек	10	100	70	90	0	0
Танай	0	100	0	20	0	0
Кемеровчанин	10	0	0	55,5	0	0
Гусар	20	0	0	100	0	0
Танго	0	0	14,2	100	0	0
Арлекин	10	0	20	100	0	0
Бабушка	0	0	0	100	0	0
21/8516	100	44,4	100	100	0	0
3-43-6	22,2	55,5	44,4	44,4	0	0
25/861	100	62,5	0	50	0	0
3-43-2	0	60	50	30	0	40
Вымпел	0	20	0	100	0	0
Гранд	0	0	0	80	0	0
Чароит	42,8	28,5	85,7	57,1	0	14,2
Утро	0	0	0	100	0	0
Варяг	0	0	33,3	77,7	0	0
Барин	0	0	0	28,5	71,4	0
Патриот	0	66,6	0	100	0	55,5
Кумач	0	0	90	100	0	0
Третьяковка	0	12,5	50	100	0	0
Северное сияние	0	100	0	90	0	20
Пламя	0	0	30	100	0	0
Кормилица	0	0	0	40	0	0
Контрольные сорта						
Лиля, р	0	100	0	10	0	20
Манифест, с/р	20	0	0	0	0	0
Янка, с/с	10	0	0	0	0	0
Скарб, с/с	0	33,3	0	0	0	10
Вектар, с/п	0	0	0	10	0	0
Здабытак, с/п	66,6	0	100	77,7	0	33,3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» 38 сортов картофеля российской селекции в качестве источников продуктивности можно рекомендовать Гусар, Кумач, Бабушка, Пламя и гибрид 3-43-6, которые показали продуктивность свыше 1000 г/куст.

Максимальным содержанием крахмала в клубнях – 20,1 % характеризовался сорт Танго, выше 15 % накопили сорта Саровский, Антонина, Никулинский, Василек, Арлекин, Утро.

Сорта Лина, Сафо, Вираз, Кузнечанка, Барин и Пламя отличались относительно высоким баллом (7) пригодности к промышленной переработке на картофелепродукты после пяти месяцев хранения без рекондиционирования.

По результатам оценки на устойчивость к возбудителям черной ножки по стеблям выделились сорта Русский сувенир, Никулинский, Василек, Гусар с относительно высокой устойчивостью к патогену. Высокую устойчивость к возбудителям черной ножки клубней имел сорт Кумач. Относительно высокая устойчивость отмечена у 17 сортов: Жигулевский, Лина, Сафо, Юна, Вираз, Антонина, Златка, Танай, Кемеровчанин, Гусар, Бабушка, Варяг, Барин, Патриот, Третьяковка, Северное сияние и гибрид 3-43-2.

Наименьшее содержание вирусной инфекции по результатам ИФА отмечено у сорта Кормилица.

Сорт Кумач характеризовался высокой (8 баллов) устойчивостью к фитофторозу листьев. Относительно высокая устойчивость (7,0–7,7 балла) отмечена у сортов Русский сувенир, Златка, Василек, Гусар, Танго. Высокой устойчивостью к фитофторозу клубней характеризовались сорта Кузнечанка, Никулинский, относительно высокой – сорта Былина Сибири, Вираз, Саровский, Гусар, Утро, Патриот и гибрид 3-43-2.

По результатам трехлетних испытаний сорт Гусар обладает относительно высокой комплексной устойчивостью к черной ножке по клубням и стеблям и фитофторозу по клубням и листьям. Русский сувенир, Никулинский и Василек характеризовались относительно высокой устойчивостью к возбудителям черной ножки по стеблям и средней устойчивостью по клубням. Со средней устойчивостью к возбудителям черной ножки по стеблям и с относительно высокой устойчивостью по клубням характеризовалось 10 образцов (26,8 %): Жигулевский, Юна, Вираз, Антонина, Златка, Бабушка, гибрид 3-43-2, Варяг, Барин, Третьяковка.

Высокой устойчивостью к фитофторозу по листьям и средней по клубням выделился сорт Кумач. Средней устойчивостью к фитофторозу по листьям и высокой по клубням обладал сорт Никулинский. Относительно высокую устойчивость к фитофторозу по листьям и среднюю по клубням имели сортообразцы Русский сувенир, Златка, Василек, Танго; среднюю по листьям и относительно высокую по клубням – сорта Былина Сибири и Утро.

Выделенные сорта рекомендуются в качестве источников хозяйственно ценных признаков для селекции новых сортов.

Список литературы

1. Рылко, В. А. Характеристика новых образцов картофеля белорусской селекции по хозяйственно ценным признакам / В. А. Рылко // Проблемы продовольственной безопасности : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 19–21 янв. 2023 г. / Междунар. акад. аграр. образования ; редкол.: В. В. Великанов [и др.]. – Горки : БГСХА, 2023. – С. 207–210.

2. Пригодность к длительному хранению и направления использования сортов картофеля белорусской селекции / Д. Д. Фицура, С. А. Турко, Л. И. Пищенко, В. А. Рылко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2015. – № 3. – С. 118–123.

3. Киру, С. Д. Итоги и перспективы исследований мировой коллекции картофеля / С. Киру // К 80-летию мировой коллекции картофеля ВИР : тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб. : ВИР, 2007. – Т. 163. – С. 7–21.

4. Козлов, В. А. Выделение источников хозяйственно ценных признаков среди гибридов, созданных в ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха» в условиях Беларуси / В. А. Козлов, А. А. Мелешин // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2022. – Т. 30. – С. 55–60.

5. Чашинский, А. В. Изучение сортов картофеля иностранной селекции в условиях Республики Беларусь / А. В. Чашинский, Е. Л. Раковская, В. А. Козлов, Л. А. Манцевич // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2022. – Т. 30. – С. 76–84.

6. Методические указания по оценке и поддержанию мировой коллекции картофеля / С. М. Букасов [и др.] ; под ред. С. М. Букасова. – Л. : ВИР, 1976. – 30 с.

7. Методические исследования по культуре картофеля / Н. А. Андрюшина [и др.]. – М. : Колос, 1967. – 225 с.

8. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во сельского хоз-ва и прод. Респ. Беларусь ; сост. С. А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – 79 с.

9. Методы оценки картофеля, овощных и плодовых культур на устойчивость к болезням : метод. рекомендации / БелНИИ картофелеводства и плодоовощеводства ; под ред. Н. А. Дорожкина, В. Г. Иванюка. – Минск, 1987. – 95 с.

10. Шнейдер, Ю. Оценка устойчивости сортов картофеля / Ю. Шнейдер // Защита растений от вредителей и болезней. – 1995. – № 12. – С. 22–23.

11. Инструкция по применению иммуноферментного диагностического набора для определения вирусов картофеля / Всерос. НИИ картоф. хоз-ва им А. Г. Лорха. – Коренево, 2011. – 8 с.

Поступила в редакцию 11.12.2024 г.

E. L. RAKOVSKAYA, V. A. KOZLOV, A. V. CHASHINSKIY,
I. A. RODKINA

RESULTS OF STUDYING RUSSIAN-BRED POTATO VARIETIES FOR ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

SUMMARY

The results of studying 38 Russian-bred potato varieties for economically valuable traits are presented. Sources of productivity, suitability for processing into potato products after five months of storage without reconditioning, as well as resistance to late blight, blackleg, and viral diseases were identified. Samples with medium and high starch content were also highlighted.

Key words: potato; sources of economically valuable traits; variety; productivity; suitability for industrial processing; starch; resistance; late blight; blackleg; viral diseases.

УДК 634.739.3:736(476)

Ж. А. Рупасова¹, член-корреспондент НАН Беларуси,
доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник
К. А. Добрянская¹, младший научный сотрудник
М. А. Долбик², кандидат сельскохозяйственных наук, директор
Н. Н. Вечер³, кандидат биологических наук, доцент кафедры
эксплуатации машинно-тракторного парка и агротехнологий

¹ Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», г. Минск

² Филиал «Тепличный» РУП «Витебскэнерго», г. п. Ореховск,
Оршанский район, Витебская область

³ Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В АССИМИЛИРУЮЩИХ И ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНАХ РАСТЕНИЙ ТОМАТА

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты сравнительного исследования в производственном эксперименте в условиях защищенного грунта влияния натриевого светильника «ДНАТ» мощностью 600 Вт, а также светодиодов марок «Арлайт» и «Эвияр» мощностью 112 и 127 Вт соответственно на содержание дубильных веществ (танинов) и основных групп биофлавоноидов – антоциановых пигментов, флавонолов и катехинов в ассимилирующих и генеративных органах растений томата (сорт Фанто).

Ключевые слова: натриевый светильник; светодиоды; томаты; листья; плоды; дубильные вещества; биофлавоноиды; антоциановые пигменты; флавонолы; катехины.

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование технологии производства овощной продукции в условиях защищенного грунта, направленное на повышение урожайности и улучшение ее качественных показателей, предусматривает применение в этих целях искусственного освещения. В мировой практике овощеводства широкое распространение получили светодиодные светильники, обладающие рядом преимуществ перед традиционными источниками света – лампами накаливания в силу своей экономичности и возможности регулирования спектрального состава и интенсивности светового потока в соответствии с физиологическими потребностями культивируемых растений. Вместе с тем при подборе оптимального для той или иной культуры источника дополнительного освещения представляется необходимым проведение сравнительных исследований по оценке влияния нескольких видов светильников не только на продукционные, но и качественные показатели производимой продукции.

В настоящее время весьма актуальным при выращивании томата в защищенном грунте ОАО «Тепличный комбинат «Берестье» является выявление из трех вариантов досветки (с использованием натриевого светильника «ДНАТ» и двух марок светодиодов отечественного производства – «Арлайт» и «Эвияр») источника освещения,

обеспечивающего максимальную урожайность плодов при хороших вкусовых свойствах и наиболее высоком содержании в них полезных веществ, в том числе дубильных веществ (танинов) и биофлавоноидов, обладающих широким спектром физиологического действия на человеческий организм благодаря присущей им Р-витаминной и антиоксидантной активности [1].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования выполнены в рамках производственного эксперимента с 4-вариантной схемой: 1 – контроль (естественное освещение); 2 – использование натриевого светильника «ДНАТ» мощностью 600 Вт; 3 – использование светодиода марки «Арлайт» мощностью 112 Вт; 4 – использование светодиода марки «Эвияр» мощностью 127 Вт. В высушенных при температуре 60 °С пробах растительного материала определяли суммарное содержание: антоциановых пигментов по методу Т. Swain, W. E. Hillis [2] с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [3]; собственно антоцианов и суммарного количества катехинов (с использованием ванилинового реактива) – фотоэлектроколориметрическим методом [4, 5]; суммы флавонолов (в пересчете на рутин) – спектрофотометрическим методом [5]; дубильных веществ (танинов) – титрометрическим методом Левенталея [6].

Все измерения и определения выполнены в 2-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторности с последующей статистической обработкой экспериментальных данных по методике, принятой для биологических исследований [7] с использованием программы Microsoft Office Excel 2007 [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По нашим оценкам, общее содержание биофлавоноидов в сухой массе листовой ткани растений томата было весьма значительным и варьировалось в рамках эксперимента в диапазоне 4 998–5 316 мг/100 г при суммарном количестве антоциановых пигментов 1 560–2 314 мг/100 г, представленных преимущественно лейкоантоцианами, содержание которых составляло 1 128–1 834 мг/100 г, тогда как содержание антоцианов было 342–546 мг/100 г. При этом интервал изменения содержания флавонолов, преобладающих в составе Р-витаминного комплекса ассимилирующих органов, соответствовал области значений 2 452–3 270 мг/100 г сухой массы, а содержания катехинов – 265–504 мг/100 г при содержании дубильных веществ, являющихся продуктами полимеризации последних, составлявшем 0,88–1,40 %.

Суммарное содержание биофлавоноидов в плодах томата, в зависимости от источника освещения, уступало таковому в листовой ткани в 1,8–2,6 раза и варьировало в диапазоне 2 022–2 796 мг/100 г при меньшем в 3,5–8,7 раза общем количестве антоциановых пигментов, составлявшем 218–445 мг/100 г. Содержание лейкоантоцианов, преобладающих, как и в листьях, в составе антоцианового комплекса плодов, составляло 188–383 мг/100 г, тогда как содержание антоцианов было значительно меньшим и составляло лишь 30–132 мг/100 г. При этом интервал изменения содержания флавонолов, доминирующих в Р-витаминном комплексе плодов и уступавшего таковому в листовой ткани в 2–3 раза, соответствовал области значений 1 073–1 533 мг/100 г сухой массы, а содержания катехинов, напротив, превышавшего таковое в листьях в 1,8–2,8 раза, составлял 731–920 мг/100 г. Что касается дубильных веществ, то их содержание в плодах томата уступало таковому в ассимилирующих органах в 1,7–4,4 раза и составляло 0,21–0,53 %.

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

Значительная ширина приведенных диапазонов варьирования обозначенных признаков свидетельствовала об их существенной зависимости от условий освещения. Обращает на себя внимание заметное ингибирующее действие испытываемых источников последнего на биосинтез дубильных веществ как в листовой ткани, так и в плодах томата, подтверждаемое снижением их содержания соответственно на 16–37 % и 17–42 % относительно контроля (естественного освещения), и лишь на фоне применения светодиода марки «Эвияр» получен обратный эффект, свидетельствовавший об усилении накопления в них танинов на 47 % (табл.). Вместе с тем ни один из тестируемых источников искусственного освещения не оказал статистически значимого влияния на суммарное содержание биофлавоноидов в ассимилирующих органах растений, что подтверждалось отсутствием различий с контролем по данному показателю. Однако их влияние на отдельные компоненты Р-витаминного комплекса оказалось значительным и при этом контрастным. Так, все источники освещения оказывали ингибирующее влияние на биосинтез антоциановых пигментов в листовой ткани растений, что подтверждалось снижением их общего количества на 23–33 % по сравнению с контролем, наиболее выраженным при использовании светодиодов, особенно марки «Эвияр». При этом использование натриевого светильника приводило к ослаблению биосинтеза в листовой ткани также и катехинов на 35 %, тогда как освещение светодиодом марки «Арлайт», напротив, обуславливало обогащение ее данными соединениями на 25 % при незначительном (не более чем на 4 %) обеднении ими на фоне применения светодиода марки «Эвияр». Данная трансформация Р-витаминного комплекса ассимилирующих органов сопровождалась существенной активизацией биосинтеза превалирующих в его составе флавонолов, о чем свидетельствовало увеличение их содержания на 21–33 %, наиболее значительное при использовании светильника «ДНАТ» (табл.).

В отличие от ассимилирующих, в генеративных органах растений наблюдалась противоположная картина: освещение натриевым светильником обуславливало ингибирование в них биосинтеза всех групп биофлавоноидов на 9–55 % относительно контроля, особенно антоцианов, что приводило к снижению общего выхода полифенолов на 14 %, свидетельствовавшему о падении уровня Р-витаминной активности плодов томата. Использование же светодиодных светильников обеспечивало прямо противоположный эффект, подтверждаемый преимущественной активизацией накопления основных групп биофлавоноидов, особенно антоциановых пигментов, на 8–100 %

Таблица – Относительные различия тестируемых вариантов опыта с контролем по содержанию фенольных соединений в ассимилирующих и генеративных органах растений томата, %

Показатели	Ассимилирующие органы			Генеративные органы		
	ДНАТ	Арлайт	Эвияр	ДНАТ	Арлайт	Эвияр
Собственно антоцианы	-28,8	+13,8	-10,0	-54,5	+100,0	-
Лейкоантоцианы	-21,5	-38,3	-38,5	-	-	+92,1
Сумма антоциановых пигментов	-23,0	-27,5	-32,6	-17,6	+29,4	+67,6
Катехины	-34,6	+24,4	-3,8	-8,5	+15,3	+9,4
Флавонолы	+33,3	+20,8	+24,3	-16,0	+20,0	-5,3
Сумма биофлавоноидов	-	-	-	-13,6	+19,5	+8,0
Дубильные вещества	-16,4	-34,3	-37,1	-16,7	-41,7	+47,2
Совокупный эффект	-91,0	-41,1	-97,7	-126,9	+142,5	+219,0

Примечание. Прочерк (-) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

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

относительно контроля при наибольшей ее выразительности на фоне применения светильника марки «Арлайт». В свою очередь, доминирование позитивных эффектов в формировании Р-витаминного комплекса плодов томата обусловило увеличение в них общего выхода этих биологически активных соединений на 8–20 %, наиболее значительное при использовании светодиода марки «Арлайт».

Заметим, что столь выразительные межвариантные различия в содержании фенольных соединений в ассимилирующих и генеративных органах опытных растений свидетельствовали о существенном влиянии на темпы их биосинтеза не только условий освещения, но и метаболических процессов, протекающих в данных частях растений. С целью выявления источника света, обеспечившего в эксперименте наибольший позитивный эффект по всему спектру обозначенных биохимических показателей, для каждого тестируемого варианта опыта были определены суммарные значения относительных размеров положительных и отрицательных различий последних с контролем с учетом их ориентации.

Как следует из таблицы, ни один из испытываемых источников искусственного освещения не способствовал увеличению общего содержания фенольных соединений в ассимилирующих органах растений томата, а, напротив, ингибировал их накопление, причем наиболее выразительный и примерно одинаковый совокупный отрицательный эффект установлен при использовании натриевого светильника и светодиода марки «Эвиар». При освещении же растений светодиодом марки «Арлайт» величина данного показателя оказалась в 2,2–2,4 раза меньше, чем в предыдущих случаях. Что же касается плодов томата, являющихся потребляемой продукцией, то среди испытываемых источников искусственного освещения только светодиодные светильники обеспечивали достижение позитивного интегрального эффекта в плане их обогащения фенольными соединениями. При этом данный результирующий показатель на фоне применения светодиодов марки «Эвиар» оказался в 1,5 раза выше такового при использовании светильников марки «Арлайт». Влияние натриевого светильника «ДНАТ» на обозначенный спектр характеристик фенольного комплекса плодов томата оказалось отрицательным, причем в отношении плодов оно проявилось в 1,4 раза более выразительно, нежели в отношении листьев. Это однозначно свидетельствует о неприемлемости использования данного источника искусственного освещения в целях обогащения потребляемой продукции томата биофлавоноидами и танинами, тогда как наиболее благоприятные условия выявлены на фоне применения светодиодных светильников марки «Эвиар».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате сравнительного исследования в производственном эксперименте влияния натриевого светильника «ДНАТ» мощностью 600 Вт, а также светодиодов марок «Арлайт» и «Эвиар» мощностью 112 и 127 Вт соответственно на содержание дубильных веществ (танинов) и основных групп биофлавоноидов – антоциановых пигментов, флавонолов и катехинов в ассимилирующих и генеративных органах растений томата (сорт Фанто) установлено, что степень данного влияния определялась источником искусственного освещения, химической природой обозначенных соединений и метаболическими процессами в данных частях растений. Экспериментально обоснована неприемлемость использования натриевого светильника «ДНАТ» в целях обогащения потребляемой продукции томата комплексом обозначенных соединений, тогда как наиболее благоприятные условия выявлены на фоне применения светодиодных светильников марки «Эвиар».

Список литературы

1. Минаева, В. Г. Флавоноиды в онтогенезе растений и их практическое использование / В. Г. Минаева. – Новосибирск : Наука. Сибирское отделение, 1978. – 255 с.
2. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus Domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // *J. Sci. Food Agric.* – 1959. – Vol. 10, № 1. – P. 63–68.
3. Скорикова, Ю. Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю. Г. Скорикова, Э. А. Шафтан // Тр. III Всесоюзн. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод, Свердловск, 27–30 сент. 1966 г. / М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР, Уральский лесотехн. ин-т. – Свердловск, 1968. – С. 451–461.
4. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной / В. Ю. Андреева, Г. И. Калинкина, Н. Э. Коломиец, Н. В. Исайкина // *Фармация.* – 2013. – № 3. – С. 19–21.
5. 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. Ленинградское отделение, 1987. – 430 с.
6. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР. – М. : Медицина, 1987. – Вып. 1 : Общие методы анализа. – С. 286–287.
7. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. – М. : Академия, 2009. – 320 с.
8. Боровиков, В. П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков. – СПб. : Питер, 2001. – 650 с.

Поступила в редакцию 27.11.2024 г.

ZH. A. RUPASOVA, K. A. DOBRYANSKAYA,
M. A. DOLBIK, N. N. VECHER

INFLUENCE OF ARTIFICIAL LIGHT SOURCES ON THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS IN THE PHOTOSYNTHETIC AND GENERATIVE ORGANS OF TOMATO PLANTS

SUMMARY

The results of a comparative study in a production experiment under protected ground conditions of the influence of a 600 W «DNAT» sodium luminaire, as well as 112 W and 127 W LEDs of the brands «Arlight» and «Eviyar», respectively, on the content of tannins and the main groups of bioflavonoids – anthocyanin pigments, flavonols, and catechins – in the photosynthetic and generative organs of tomato plants (variety Fanto).

Key words: sodium luminaire; LEDs; tomatoes; leaves; fruits; tannins; bioflavonoids; anthocyanin pigments; flavonols; catechins.

УДК 635.21:631.524

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

И. А. Михалькович, доцент, старший научный сотрудник

Д. В. Башко, научный сотрудник

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

СКРИНИНГ НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ УСТОЙЧИВОСТИ К S- И M-ВИРУСАМ СРЕДИ ДИКИХ ВИДОВ КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований по оценке образцов диких видов картофеля, поддерживаемых как клубневым репродуктивным, так и *in vitro* в коллекции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», на устойчивость к S- и M-вирусам и выделению источников устойчивости к этим патогенам. По данным проведенных исследований выделен ряд устойчивых форм, которые могут быть использованы в селекции картофеля на вирусосоустойчивость.

Ключевые слова: картофель; устойчивость; дикий вид; образец; S-вирус картофеля; M-вирус картофеля; инокуляция; ген устойчивости; ИФА; маркер; ДНК; ПЦР.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель, в отличие от большинства основных сельскохозяйственных культур, изобилует большим количеством диких родичей, представленных, согласно данным J. G. Hawkes, 232 видами и 22 подвидами [1]. Без обогащения генетической базы исходного материала генами дикорастущих видов, которые вследствие длительной коэволюции с патогенами и вредителями выработали генетически детерминированные механизмы защиты и являются неисчерпаемым источником ценной для селекции культуры гермоплазмы, невозможно создание конкурентоспособных сортов картофеля [1–3].

Вирусные болезни картофеля представлены большим видовым разнообразием, при этом имея широкий повсеместный ареал распространения, наносят культуре картофеля значительный ущерб.

По данным фитовирусологического мониторинга, проводимого в 2005–2020 гг., пораженность посадок картофеля в картофелеводческих организациях различных форм собственности составляет: PVM – от 22,3 до 72,9 %, PVS – от 32,0 до 55,2 % [4]. Сложность создания устойчивых к M- и S-вирусам исходных форм и сортов в первую очередь обусловлена отсутствием или незначительным количеством надежных генетических источников этого признака как среди диких видов, так и внутри вида *Solanum tuberosum*.

Исходя из сведений, приведенных в литературных источниках, до настоящего времени у картофеля рода *Solanum* выявлено два типа доминантных генов устойчивости к PVM. Один из них ген *Rm*, отвечающий за гиперчувствительную некротическую реакцию (HS – hyper sensitivity), происходящий от *S. megistacrolobum* [5]. Второй ген *Gm* выявлен у некоторых образцов *S. gourlayi*, который обеспечивает устойчивость

к инфекции, связанную с медленным размножением и медленным системным распространением вируса в растениях [6, 7]. Помимо этого устойчивые к М-вирусу образцы были выделены среди видов *S. stoloniferum* и *S. microdontum* [8].

В селекции на устойчивость к S-вирусу в основном используется тип устойчивости, связанный со сверхчувствительной реакцией, которая была обнаружена у боливийской линии PI 258907 (*ssp andigena*) и обусловлена одним доминантным геном *Ns*. Получены сорта картофеля, содержащие этот ген – Szigal, Fantasia, Adretta, Barucz, Клера, Meduza, Omulew и др. [5].

В настоящее время требования потребительского рынка значительно возросли в связи с расширением числа признаков, по которым ведется подбор, гибридизация и отбор селекционного материала. Поэтому существует постоянная необходимость в расширении генетического разнообразия исходного материала для различных направлений селекции и повышения частоты встречаемости гетерогенных генотипов получаемого потомства. Для успешной селекции необходимым условием является наличие надежных источников устойчивости к патогену с эффективными генами, контролирующими этот признак.

В современной практике для ускорения и упрощения селекционного процесса во всем мире используются инновационные методы молекулярной биологии, основанной на использовании молекулярных маркеров генов устойчивости к различным вирусам. Использование ДНК-маркеров позволяет проводить оценку селекционного материала по генотипу как при подборе родительских форм, так и в процессе отбора и оценки полученных гибридов одновременно к нескольким патогенам.

В мировых центрах генетических ресурсов картофеля собрана и хранится богатейшая коллекция диких, примитивных и культурных видов картофеля. Изучение диких видов в Республике Беларусь по устойчивости к патогенам вирусной этиологии, а также выделение из их числа устойчивых образцов и создание на их основе исходного материала и сортов с комплексной устойчивостью к болезням позволит значительно снизить затраты, связанные с защитой посадок картофеля от болезней и улучшить экологическую ситуацию, повысив при этом рентабельность картофелеводства.

В связи с этим целью проводимых нами исследований являлось выделение среди диких видов картофеля источников устойчивости к вирусам PVS и PVM.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования по оценке диких и культурных видов картофеля на устойчивость к М- и S-вирусам проводили в 2022–2024 гг. Объектом изучения служил биологический материал, полученный из коллекции ВИР (Россия) и коллекции Центра генетических ресурсов картофеля (США). Всего за три года исследований на устойчивость к вирусам с применением биологических и генетических методов анализа был изучен 81 образец 27 диких видов.

Исследуемые на устойчивость к вирусам образцы диких и культурных видов высаживали в условиях защищенного грунта в горшечной культуре по 3–5 растений на образец. При наступлении фазы полных всходов и наличии 2–3 пар листьев испытываемые образцы инфицировали вирусной инфекцией путем механической инокуляции. Листья исследуемых образцов вначале опудривали карборундом, далее приготовленный инокулюм втирали в них с помощью поролоновой губки, а затем смывали дистиллированной водой, через неделю после первой инокуляции растения повторно инфицировали.

Для получения инокулюмов S- и М-вирусы размножали и накапливали на растениях *Lycopersicon esculentum* Mill. (сорт Невский). Инокулюм готовили путем растирания

инфицированных листьев в фарфоровой ступке. С целью стабилизации вирусов (МВК, SBK) сок смешивали с фосфатным буфером рН 7,2 в соотношении 1 : 1 [9, 10].

Диагностику вирусов в исследуемых растениях осуществляли визуально и методом ИФА в период бутонизации-цветения растений. Те образцы диких видов картофеля, которые остались свободными от вирусной инфекции после 2-кратного искусственного заражения с использованием механической инокуляции, по результатам тестирования методом ИФА считали устойчивыми.

С целью проведения генотипирования исследуемых форм диких видов ДНК образцов выделяли из зеленых свежесобранных листьев, взятых из среднего яруса куста. Выделение из растений *in vivo* геномной ДНК осуществляли с помощью наборов реагентов для выделения ДНК «Нуклеосорб» комплектация «С» производства ОДО «Праймтех» (Республика Беларусь) согласно протоколу производителя. Праймеры, использованные в работе, были синтезированы в ОДО «Праймтех». Качество полученной ДНК определяли проведением ПЦР-реакции с праймерами ВСН, являющимися внутренним положительным контролем, амплифицирующимся у любых образцов картофеля.

Скрининг образцов на наличие генов устойчивости *Gm*, *Rm* и *Ns* к S- и М-вирусам картофеля осуществляли с использованием ПЦР-маркеров. Ген *Ns*, отвечающий за устойчивость к S-вирусу картофеля, у исследуемых генотипов определяли с помощью SCAR-маркера SCG17₃₂₁, ISSR-маркера UBC811₆₆₀ и CAPS-маркера SC811₂₆₀. Присутствие гена *Gm* устанавливали с использованием SCAR-маркера SC878₈₈₅, гена *Rm* – UBC822₁₀₇₉ (ISSR), GP250₅₁₀, GP283₃₂₀ (CAPS).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка образцов диких видов картофеля по фенотипической устойчивости к S- и М-вирусам. Исследования по поиску новых источников устойчивости к SBK и МВК среди диких видов начинали проводить в феврале, для этого в условиях климакамеры селекционно-гибридного модуля были высажены растения-инфекторы с целью получения инфекции М- и S-вирусов. Клубневой материал, содержащий моноинфекцию соответствующих вирусов (каждый в отдельности), высаживали в 2-литровые сосуды, наполненные торфяным субстратом. Для проведения инфицирования использовали по 2 изолята на каждый исследуемый вирус. За высаженными растениями осуществляли регулярный уход, заключающийся в своевременном поливе, подкормке и подвязывании к опорам. Контроль чистоты вирусной инфекции был осуществлен методом ИФА, который проводили в лаборатории иммунодиагностики картофеля Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству. В результате были отобраны растения-инфекторы, содержащие моноинфекцию S- и М-вирусов в высокой концентрации.

Для накопления вирусной инфекции и получения инокулюмов вирусов также в условиях климакамеры были высеяны семена растений накопителей (*Lycopersicon esculentum* L. сорт Невский и сорт Сказка), распикирована полученная рассада и проведено инфицирование S- и М-вирусами, каждым в отдельности.

С целью выделения устойчивых к S- и М-вирусам образцов диких видов в условиях защищенного грунта селекционно-гибридного модуля проводили искусственное их инфицирование соответствующими вирусами путем 2-кратной механической инокуляции. Для этого в период вегетации в стеллажной теплице высаживали по 3–5 растений на образец в 2-литровые сосуды, наполненные торфяным субстратом. Проводили регулярный полив. Инфицирование исследуемых образцов осуществляли при наличии у них 2–4 пар настоящих листьев. Спустя 6 недель в лаборатории иммунодиагностики

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

картофеля проводили иммуноферментный анализ листовых проб исследуемых образцов на наличие пораженности их скрытой вирусной инфекцией PVS и PVM.

В результате выполненного иммуноферментного анализа в 2022 г. выявлено 4 высокоустойчивых образца к S-вирусу, к M-вирусу выделен лишь один относительно высокоустойчивый образец с поражением этим патогеном на 25,0 % (табл. 1).

Остальные же образцы изучаемой выборки были поражены исследуемыми вирусами S и M на 100 %, за исключением образца А3 вида *S. andigenum*, который был поражен S-вирусом на 50,0 %, и образца Л70-4 вида *S. verrucosum* – содержал инфекцию этого же патогена на уровне 66,7 %.

Таблица 1 – Результаты тестирования образцов диких видов картофеля на содержание латентной вирусной инфекции (ИФА), 2022–2023 гг.

Образец	Дикий вид картофеля	Содержание вируса, %	
		SBK	MBK
2022 г.			
Л76-22	<i>Solanum vernei</i>	100	100
Л57-7	<i>Solanum pinnatisectum</i>	100	100
Л84-8	<i>Solanum hondelmannii</i>	100	25,0
Л75-15	<i>Solanum vernei</i>	100	100
D54	<i>Solanum vernei</i>	100	100
Л32-10	<i>Solanum stoloniferum</i>	100	100
Л32-5	<i>Solanum stoloniferum</i>	100	100
А3	<i>Solanum andigenum</i>	50,0	100
Л46-17	<i>Solanum acaule</i>	100	100
Л50-3	<i>Solanum berthaultii</i>	0	100
Л77-42	<i>Solanum tarijense</i>	0	100
Л70-4	<i>Solanum verrucosum</i>	66,7	100
chc71-7	<i>Solanum chacoense</i>	0	100
1-11 ber	<i>Solanum berthaultii</i>	20,0	100
Л46-19	<i>Solanum acaule</i>	100	100
Cnd64-1	<i>Solanum candolleianum</i>	100	100
Cnd70-1	<i>Solanum candolleianum</i>	100	100
Cnd95-1	<i>Solanum candolleianum</i>	100	100
Cnd56-1	<i>Solanum candolleianum</i>	100	100
Blv034-5	<i>Solanum boliviense</i>	100	100
Blv034-7	<i>Solanum boliviense</i>	100	100
Л31-41	<i>Solanum demissum</i>	100	100
2023 г.			
med60-1	<i>Solanum medians</i>	0	50,0
med94-1	<i>Solanum medians</i>	0	0
med60-4	<i>Solanum medians</i>	0	100
Л84-8	<i>Solanum hondelmannii</i>	100	33,3
Л41-3	<i>Solanum hougasii</i>	0	0
Л41-2	<i>Solanum hougasii</i>	0	100
Л50-3	<i>Solanum berthaultii</i>	0	100
Л77-42	<i>Solanum tarijense</i>	0	100
Л78-70	<i>Solanum spegazzinii</i>	0	0
stp60-1	<i>Solanum stipuloideum</i>	50,0	0
stp473458-6	<i>Solanum stipuloideum</i>	0	100
1-11	<i>Solanum berthaultii</i>	20,0	50,0

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

По данным иммуноферментного анализа, в 2023 г. выявлено 9 высокоустойчивых образцов к S-вирусу: 3 образца вида *S. medians*, 2 – *S. hougasii*, 1 – *S. berthaultii*, 1 – *S. tarijense*, 1 – *S. spegazzinii* и 1 – *S. stipuloideum*. К М-вирусу выделено 4 относительно высокоустойчивых образца: *S. medians*, *S. hougasii*, *S. spegazzinii*, *S. stipuloideum* и 1 среднеустойчивый *S. hondelmanni*, пораженный этим патогеном на 33,3 % (см. табл. 1). Остальные же образцы были поражены исследуемыми вирусами S и М на 100 %, за исключением следующих: 1-11 вида *S. berthaultii* был поражен S-вирусом на 20,0 %, а med60-1 (*S. medians*) и 1-11 вида *S. berthaultii* содержали инфекцию М-вируса на уровне 50,0 %.

Таким образом, в 2022 г. образцы изученной выборки в основном оказались в значительной степени восприимчивы к вирусной инфекции PVS и PVM, за исключением Л77-42, chс71-7, Л50-3 и 1-11 бер, показавших высокую устойчивость к S-вирусу, и Л84-8 относительно высокоустойчивый к М-вирусу, а в 2023 г. в значительной степени восприимчивы к вирусной инфекции PVM, за исключением med94-1, Л41-3, Л78-70 и str60-1, показавших высокую устойчивость к этому патогену и в большинстве своем высокоустойчивых к S-вирусу.

В изучаемой выборке 2024 г. по результатам искусственного инфицирования и применения иммуноферментного анализа выявлено 4 высокоустойчивых образца к S-вирусу: 2 образца вида *S. trifidum* (trf40-7 и trf42-1), 1 – *S. medians* (med94-1) и 1 – *S. huancabambense* (P458400-2), а также 1 среднеустойчивый образец вида *S. medians* (med60-11), пораженный этим патогеном на 33,3 %. К М-вирусу выделено 7 относительно высокоустойчивых образцов, из них 6 образцов вида *S. medians* (med95-8, med95-9, med60-10, med60-11, med60-12 и med94-1) и 1 – *S. stipuloideum* (str60-1) (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты тестирования образцов диких видов картофеля на содержание латентной вирусной инфекции (ИФА), 2024 г.

Образец	Дикий вид картофеля	Содержание вируса, %	
		SBK	MBK
trf41-3	<i>Solanum trifidum</i>	100	50,0
trf41-5	<i>Solanum trifidum</i>	100	100
trf41-2	<i>Solanum trifidum</i>	100	100
trf40-7	<i>Solanum trifidum</i>	0	100
trf42-1	<i>Solanum trifidum</i>	0	100
stp60-1	<i>Solanum stipuloideum</i>	75,0	0*
med95-8	<i>Solanum medians</i>	100	0
med95-9	<i>Solanum medians</i>	100	0
med60-10	<i>Solanum medians</i>	66,6	0
med60-11	<i>Solanum medians</i>	33,3	0
med60-12	<i>Solanum medians</i>	100	0
med94-1	<i>Solanum medians</i>	0*	0*
Л61-9	<i>Solanum pinnatisectum</i>	100	100
Л61-10	<i>Solanum pinnatisectum</i>	100	100
Л61-14	<i>Solanum pinnatisectum</i>	100	100
Л76-16	<i>Solanum vernei</i>	100	100
Д24	<i>Solanum emmeae</i>	100	100
P458400-2	<i>Solanum huancabambense</i>	0	100
Л78-70	<i>Solanum spegazzinii</i>	0/66,6**	0/100**
Л41-3	<i>Solanum hougasii</i>	0/80,0**	0/100**
Л41-2	<i>Solanum hougasii</i>	0/100**	100

* Подтвержденные в 2024 г. данные по устойчивости к вирусам, полученные в 2023 г.

** Поразились вирусами на второй год испытания, в 2024 г.

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

Остальные же образцы являлись очень восприимчивыми и были поражены исследуемыми вирусами S и M на 100 %, за исключением следующих: образец str60-1 вида *S. stipuloideum* был поражен на 75,0 %, а образцы med60-10 (*S. medians*) и Л78-70 (*S. spgazzinii*) на 66,6 % S-вирусом; образец trf41-3 (*S. trifidum*) на 50,0 % M-вирусом.

Среди исследуемого материала выделено 2 образца med94-1 (*S. medians*) и str60-1 (*S. stipuloideum*), которые в течение двух лет инфицирования подтвердили высокую устойчивость к M-вирусу, и med94-1 (*S. medians*) и Л50-3 (*S. berthaultii*) – к S-вирусу. В то же время образцы Л78-70 (*S. spgazzinii*), Л41-3 и Л41-2 (*S. hougassii*) в условиях вторичной инфекции поразились S- и M-вирусами от 66,6 до 100 %.

Таким образом, среди 21 образца данной выборки отмечена значительная степень восприимчивости к вирусной инфекции PVS и PVM, из них выделено 4 формы 3-х диких видов, показавших высокую устойчивость к S-вирусу, и 7 форм 2-х диких видов – к M-вирусу.

Скрининг образцов диких видов картофеля на наличие ПЦР-маркеров генов устойчивости к S- и M-вирусам картофеля. Для осуществления генотипирования признака устойчивости к PVS и PVM в 2022–2023 гг. проводили ПЦР-маркирование генов устойчивости к этим вирусам у 50 образцов диких видов картофеля. Для этого было выделено ДНК этих форм в рабочую коллекцию.

Скрининг образцов на наличие генов устойчивости *Gm*, *Rm* и *Ns* к S- и M-вирусам картофеля осуществляли с использованием специфических ПЦР-маркеров. Присутствие гена *Ns*, отвечающего за устойчивость к S-вирусу картофеля, устанавливали с помощью SCAR-маркера SCG17₃₂₁, ISSR-маркера UBC811₆₆₀ и CAPS-маркера SC811₂₆₀. Наличие гена *Gm* определяли с использованием SCAR-маркера SC878₈₈₅, гена *Rm* – UBC822₁₀₇₉ (ISSR), GP250₅₁₀, GP283₃₂₀ (CAPS).

Данные по молекулярному скринингу генов, отвечающих за устойчивость к вирусам картофеля S и M у исследуемых образцов картофеля, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты молекулярного скрининга генов, отвечающих за устойчивость к S- и M-вирусам картофеля, 2022–2023 гг.

Образец	Вирус картофеля S			Вирус картофеля M			
	ген <i>Ns</i>			ген <i>Gm</i> SC878 ₈₈₅	ген <i>Rm</i>		
	SCG17 ₃₂₁	UBC811 ₆₆₀	SC811 ₂₆₀ (BstKT I)		UBC822 ₁₀₇₉	GP283 ₃₂₀ (BstDE I)	GP250 ₅₁₀ (Acs I)
col 24-1	+	+	–	+	–	–	+
col 24-2	+	+	–	+	–	–	+
col 24-2	+	+	–	+	–	–	+
col 24-9	+	+	–	+	–	–	+
hcb 06-3	+	–	+	+	–	+	+
hcb 06-8	+	–	–	+	–	–	+
chc 59-1	+	+	–	–	–	–	+
chc 59-4	+	+	–	–	–	–	–
chc 71-7	+	+	–	–	–	–	–
trf 04-1	+	–	+	–	+	–	–
trf 04-2	+	–	+	–	+	–	–
trf 04-3	+	–	+	–	+	–	–
blv 034-5	+	+	–	+	+	–	–
blv 034-7	+	+	–	+	+	–	–
stp 60-1	+	+	–	+	+	–	+
stp 60-6	+	+	–	+	+	–	+
stp 58-6	+	+	–	+	+	–	+

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕHOBOДСТВО
КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Окончание таблицы 3

Образец	Вирус картофеля S			Вирус картофеля M			
	ген <i>Ns</i>			ген <i>Gm</i>	ген <i>Rm</i>		
	SCG17 ₃₂₁	UBC811 ₆₆₀	SC811 ₂₆₀ (BstKT I)		UBC822 ₁₀₇₉	GP283 ₃₂₀ (BstDE I)	GP250 ₅₁₀ (Acs I)
stp 58-6	+	+	-	+	+	-	+
iop 99-1	+	+	+	+	-	+	-
iop 99-2	+	+	+	+	-	-	-
iop 99-3	+	+	+	+	-	-	-
iop 99-7	+	+	+	+	-	-	-
iop 44-1	+	+	+	+	-	-	-
med 60-1	+	+	+	+	-	-	+
med 60-2	+	+	+	+	-	+	-
med 60-3	+	+	-	+	-	+	-
med 60-4	+	+	-	+	-	-	+
med 60-7	+	-	-	+	-	-	-
med 94-1	+	+	-	+	-	+	+
med 94-2	+	+	-	+	-	-	+
med 94-3	+	+	-	+	-	+	-
med 94-10	+	+	-	+	-	-	+
Л 76-18	+	+	+	+	-	-	-
Л 76-22	+	-	-	+	-	-	-
Л 57-7	+	-	-	-	-	-	-
S. hit 22585-2	+	-	-	-	-	-	-
S. hit 17718-2	+	+	-	-	-	-	-
S. brac 17681y	+	-	-	-	-	-	-
S.acsPI2300495	+	+	-	-	-	-	+
S. brac17681-9	+	+	-	-	-	-	-
S. vern 41/2-3m	+	+	-	+	-	+	-
Ген 41 m	+	-	-	-	-	-	+
Л 84-8	+	-	-	+	-	-	+
med60-1	+	+	-	-	-	-	+
med94-1	+	+	-	+	+	-	+
med60-4	+	+	-	+	+	-	-
Л41-3	+	+	-	-	-	-	-
Л41-2	+	+	-	-	-	+	-
Л50-3	+	-	+	Н/д	Н/д	Н/д	Н/д
Л77-42	+	-	+	Н/д	Н/д	Н/д	Н/д

Так, в результате проведенных исследований определяемый маркер к гену *Ns* – UBC811₆₆₀ выявлен у 72,1 % протестированных образцов диких видов картофеля. Используемый второй маркер для идентификации этого же гена SC811₂₆₀ обнаружен у 27,9 % форм. Маркер SCG17₃₂₁ показал присутствие у всех изучаемых образцов. Наличие всех трех маркеров к гену *Ns* отмечено у 8 образцов, что составляет 18,6 % от числа изученных по данному вирусу образцов. К ним относятся 5 форм (iop 99-1, iop 99-2, iop 99-3, iop 99-7, iop 44-1) дикого вида *S. iopetalum*, 2 (med 60-1, med 60-2) – *S. medians* и 1 (Л76-18) – *S. vernei*.

Для выявления генов, отвечающих за устойчивость к М-вирусу картофеля, использование SCAR-маркера SC878₈₈₅ показало положительный результат у 69,8 % образцов, а ISSR-маркера UBC822₁₀₇₉ лишь у 20,9 %. Присутствие в геноме ДНК-маркеров GP283₃₂₀ и GP250₅₁₀, ассоциированных с изучаемым признаком устойчивости к PVM, было

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

отмечено у 16,3 и 44,2 % образцов соответственно. Наличие в генотипе 3 маркеров устойчивости к МВК – SC878₈₈₅, UBC822₁₀₇₉ и GP250₅₁₀ выявлено у 6 форм: 4 (stp 60-1, stp 60-6, stp 58-5 и stp 58-6) вида *S. stipuloideum*, 1 (hcb06-3) – *S. huancambense* и 1 форма (med 94-1) вида *S. medians*.

Присутствие одновременно 5 S- и М- ДНК-маркеров отмечено в 10 образцах (20,8 %). Наличие 4 маркеров отмечено в 17 образцах диких видов (35,4 %). Все 7 изучаемых маркеров не отмечены ни у одного из исследуемых образцов.

В результате проведенных исследований по данным анализа искусственного инфицирования и молекулярного скрининга выявлено 4 образца среди видов *S. berthaultii* (Л50-3), *S. tarijense* (Л77-42), *S. chacoense* (chc71-7) и *S. medians* (med94-1), устойчивых к S-вирусу картофеля как по фенотипической оценке, так и согласно ДНК-маркированию, несущих в своем генотипе ген *Ns*.

В 2024 г. ПЦР-маркирование генов устойчивости к PVS и PVM проводили у 21 образца диких видов картофеля. Для этого было выделено ДНК этих форм в рабочую коллекцию. Скрининг образцов на наличие генов устойчивости *Gm*, *Rm* и *Ns* к S- и М-вирусам картофеля осуществляли с использованием специфических ПЦР-маркеров, подобранных ранее.

Данные по молекулярному скринингу генов, отвечающих за устойчивость к вирусам картофеля S и М у исследуемых образцов картофеля, представлены в таблице 4.

Так, в результате проведенных исследований определяемый маркер к гену *Ns* – SCG17₃₂₁ в изучаемой выборке был выявлен у 100 % протестированных образцов диких

Таблица 4 – Результаты молекулярного скрининга генов, отвечающих за устойчивость к S- и М-вирусам картофеля, 2024 г.

Образец	Вирус картофеля S			Вирус картофеля М			
	ген <i>Ns</i>			ген <i>Gm</i>	ген <i>Rm</i>		
	SCG17 ₃₂₁	UBC811 ₆₆₀	SC811 ₂₆₀ (BstKT I)		UBC822 ₁₀₇₉	GP283 ₃₂₀ (BstDE I)	GP250 ₅₁₀ (Acs I)
trf41-3	+	0	+	–	–	+	–
trf41-5	+	0	+	–	–	+	–
trf41-2	+	0	+	–	–	+	+
trf40-7	+	0	+	–	–	+	–
trf42-1	+	0	+	–	–	+	+
stp60-1	+	0	–	+	–	+	–
med95-8	+	0	–	–	–	+	+
med95-9	+	0	–	–	+	+	+
med60-10	+	0	–	–	–	+	+
med60-11	+	0	–	–	–	+	+
med60-12	+	0	–	–	–	+	+
Л61-9	+	0	+	–	–	+	+
Л61-10	+	0	+	–	–	+	+
Л61-14	+	0	–	–	–	+	+
Л76-16	+	0	+	–	–	+	+
Д24	+	0	+	–	–	+	+
med94-1	+	+	–	+	–	+	+
P458400-2	+	0	–	–	–	–	+
Л78-70	+	0	–	–	+	+	+
Л41-3	+	+	+	–	+	+	–
Л41-2	+	+	+	–	+	+	–

Примечание. «+» – наличие маркера; «–» – отсутствие маркера; «0» – не определено.

видов картофеля. Однако используемый маркер для идентификации этого же гена SC811₂₆₀ выявлен у 52,4 % изучаемых форм.

Для выявления генов, отвечающих за устойчивость к М-вирусу картофеля, использование SCAR-маркера SC878₈₈₅ показало положительный результат лишь у 1 образца stp60-1 дикого вида *S. stipuloideum*, а ISSR-маркера UBC822₁₀₇₉ – у 19,0 % (med95-9 вида *S. medians*, Л78-70 – *S. spagazzinii*, Л41-3 и Л41-2 – *S. hougassii*). Присутствие в геноме ДНК-маркеров – GP283₃₂₀ и GP250₅₁₀, ассоциированных с изучаемым признаком устойчивости к PVM, было отмечено у 90,5 и 66,7 % образцов соответственно. Наличие в генотипе 3 маркеров устойчивости к MBK (SC878₈₈₅, UBC822₁₀₇₉ и GP250₅₁₀) выявлено у 2 образцов (med95-9 вида *S. medians* и Л78-70 – *S. spagazzinii*) из числа изученных по данному вирусу образцов.

Присутствие одновременно 5 S- и М-ДНК-маркеров отмечено в 3 образцах: Л41-3 и Л41-2 дикого вида *S. hougassii* и med94-1 – *S. medians*. Наличие 4 маркеров выявлено у 8 образцов (trf41-2, trf42-1, med95-9, Л76-16, Л78-70, Д24, Л61-9 и Л61-10). Все 7 изучаемых маркеров не отмечены ни у одного из исследуемых образцов.

Таким образом, по данным анализа искусственного инфицирования и молекулярного скрининга, среди вида *S. medians* выявлено 6 образцов (med95-8, med95-9, med60-10, med60-11, med60-12 и med94-1) и 1 stp60-1 (*S. stipuloideum*), устойчивых к М-вирусу картофеля как по фенотипической оценке, так и согласно ДНК-маркированию, несущих в своем генотипе соответственно ген *Rm*, и у 2 из них (med94-1 и stp60-1) выявлен дополнительно ген *Gm*. Наличие фенотипической устойчивости, подтвержденной присутствием 2 молекулярных маркеров (SCG17₃₂₁ и SC811₂₆₀) гена *Ns*, определено в 3 образцах: trf40-7 и trf42-1 (*S. trifidum*), med94-1 (*S. medians*) и образце P458400-2 (*S. huancabambense*), содержащем маркер SCG17₃₂₁ к этому гену.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований по поиску новых источников устойчивости к S- и М-вирусам среди диких видов картофеля с использованием искусственного инфицирования и последующим применением иммуноферментного анализа было установлено, что в 2022 г. образцы изученной выборки оказались в значительной степени восприимчивы к вирусной инфекции PVS и PVM, но в то же время некоторые из них – Л77-42 (*S. tarijense*), chc71-7 (*S. chacoense*), Л50-3 и 1-11 ber (*S. berthaultii*) – показали высокую устойчивость к S-вирусу. Образец Л84-8 (*S. hondelmannii*) относительно высокоустойчив к М-вирусу, пораженный этим патогеном на 25,0 %.

В анализируемой выборке исследований, проведенных в 2023 г., по данным иммуноферментного анализа выявлено 9 высокоустойчивых образцов к S-вирусу: 3 образца вида *S. medians* (med94-1, med60-1, med60-4), 2 – *S. hougassii* (Л41-3, Л41-2), 1 – *S. berthaultii* (Л50-3), 1 – *S. tarijense* (Л77-42), 1 – *S. spagazzinii* (Л78-70) и 1 – *S. stipuloideum* (stp473458-6). К М-вирусу выделено 4 относительно высокоустойчивых образца – med94-1 (*S. medians*), Л41-3 (*S. hougassii*), Л78-70 (*S. spagazzinii*), stp60-1 (*S. stipuloideum*) и среднеустойчивый Л84-8 (*S. hondelmannii*), пораженный этим патогеном на 33,3 %.

В изучаемой выборке 2024 г. по данным искусственного инфицирования и применения иммуноферментного анализа выявлено 4 высокоустойчивых образца к S-вирусу: 2 образца вида *S. trifidum* (trf40-7 и trf42-1), 1 – *S. medians* (med94-1) и 1 – *S. huancabambense* (P458400-2), а также 1 среднеустойчивый – *S. medians* (med60-11), пораженный этим патогеном на 33,3 %. К М-вирусу выделено 7 относительно

высокоустойчивых образцов, из них 6 (med95-8, med95-9, med60-10, med60-11, med60-12 и med94-1) вида *S. medians* и 1 (str60-1) вида *S. stipuloideum*.

Следует отметить, что среди исследуемого материала выделено 2 образца: med94-1 (*S. medians*) и str60-1 (*S. stipuloideum*), которые в течение двух лет инфицирования подтвердили высокую устойчивость к М-вирусу и 2 – med94-1 (*S. medians*) и Л50-3 (*S. berthaultii*) к S-вирусу. В то же время образцы Л78-70 (*S. spegazzinii*), Л41-3 и Л41-2 (*S. hougasii*) в условиях вторичной инфекции поразились S- и М-вирусами от 66,6 до 100 %.

Проведен скрининг образцов диких видов на наличие генов устойчивости *Gm*, *Rm* и *Ns* к S- и М-вирусам картофеля на основе использования специфических ПЦР-маркеров.

В результате выполненных исследований, по данным анализа искусственного инфицирования и молекулярного скрининга выявлено 6 образцов (med95-8, med95-9, med60-10, med60-11, med60-12 и med94-1) вида *S. medians* и 1 (str60-1) вида *S. stipuloideum*, устойчивых к М-вирусу картофеля как по фенотипической оценке, так и согласно ДНК-маркированию, несущих в своем генотипе соответственно ген *Rm*, и у 2 из них (med94-1 и str60-1) – дополнительно ген *Gm*. Наличие фенотипической устойчивости, подтвержденной присутствием 2 молекулярных маркеров (SCG17₃₂₁ и SC811₂₆₀) гена *Ns*, определено в 5 образцах: trf40-7 и trf42-1 (*S. trifidum*), med94-1 (*S. medians*), Л77-42 (*S. tarijense*), Л50-3 (*S. berthaultii*) и образце P458400-2 (*S. huancabambense*), содержащем маркер SCG17₃₂₁ к этому гену.

Список литературы

1. Hawkes, J. G. The potato. Evolution, biodiversity and genetic resources / J. G. Hawkes. – USA : Smithsonian Institution Press, 1990. – 259 p.
2. Букасов, С. М. Селекция и семеноводство картофеля / С. М. Букасов, А. Я. Каме-раз. – Л. : Колос, 1972. – 359 с.
3. Росс, Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы : пер. с англ. / Х. Росс. – М. : Агропромиздат, 1989. – 183 с.
4. 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, Санкт-Петербург, 21–25 нояб. 2022 г. : тез. докл. : науч. электр. изд. / ФИЦ Всерос. ин-т генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова ; под общ. ред. Е. К. Хлесткиной, Ю. В. Ухатовой, Е. А. Соколовой. – СПб. : ВИР, 2022. – С. 151–152.
5. Dziewońska, M. Necrotic reaction to *Potato virus M* in *Solanum stoloniferum* and *Solanum megistacrolobum* / M. Dziewońska, K. Ostrowska // Phytopathol. Zeitschr. – 1977. – Vol. 88. – P. 172–179.
6. Reaction of *Solanum gourlayi* and its hybrids with *S. tuberosum* to potato virus M (PVM) / M. Waš, M. Dziewońska, K. Ostrowska, A. Kowalska // Phytopathol. Zeitschr. – 1980. – Vol. 97. – P. 186–191.
7. Swiezynski, K. M. Inheritance of resistance to potato virus M found in *Solanum gourlayi* Haw / K. M. Swiezynski, M. A. Dziewońska, K. Ostrowska // Genet. Pol. – 1981. – Vol. 22, № 1. – P. 1–8.
8. Swiezynski, K. Parental line breeding in potatoes / K. Swiezynski // Acta biol. ingosl. Ser. F. Suppl. Beograd. – 1983. – № 3. – P. 99–112.
9. Методические указания по созданию и оценке селекционного материала карто-феля на устойчивость к штаммам вирусов / ВАСХНИЛ, Отд-ние защиты растений,

Белорус. НИИ защиты растений, Белорус. НИИ картофелеводства и плодоовощеводства ; сост.: А. Л. Амбросов, Ж. В. Блоцкая, Е. М. Счасленок, С. И. Гребенщикова. – М. : ВАСХНИЛ, 1983. – 16 с.

10. Русецкий, Н. В. Изучение наследования устойчивости к вирусам PVY и PVX у потомства исходных форм картофеля, полученных на основе сложных межвидовых гибридов / Н. В. Русецкий, Е. В. Воронкова // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2017. – Т. 25. – С. 82–93.

Поступила в редакцию 13.12.2024 г.

N. V. RUSETSKIY, I. A. MIHALKOVICH, D. V. BASHKO

SCREENING NEW SOURCES OF RESISTANCE TO PVS AND PVM AMONG WILD POTATO SPECIES

SUMMARY

The results of studies evaluating samples of wild potato species maintained both through tuber reproduction and in vitro at the collection of the RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Potato, Fruit and Vegetable Growing» are presented. These studies assessed resistance to PVS and PVM and identified sources of resistance to these pathogens. The research identified several resistant forms that can be used in potato breeding for virus resistance.

Key words: potato; resistance; wild species; sample; PVS; PVM; inoculation; resistance gene; ELISA; marker; DNA; PCR.

УДК 635.21:631.816

В. А. Рылко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой кормопроизводства и хранения продукции растениеводства

Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Могилевская область

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ФОРМ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты исследования эффективности новых форм комплексных удобрений, применяемых локально под картофель: азотно-фосфорно-калийного (АФК) марки 7-20-30 и органоминерального (ОМУ) марки 10-10-15. Максимальные показатели продуктивности обеспечили варианты с высокими дозами комплексных удобрений: $N_{100}P_{100}K_{150}$ в виде ОМУ и АФК – без достоверной разницы между собой. Прослеживается тенденция лучшей отзывчивости ранних сортов на комплексное удобрение АФК, более поздних – на ОМУ. Использование комплексного удобрения АФК по сравнению со стандартными формами удобрений в аналогичной дозе показало некоторое преимущество во влиянии на урожайность картофеля.

Ключевые слова: картофель; комплексные удобрения; продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из первостепенных задач в растениеводстве является применение удобрений на уровне, обеспечивающем заданную продуктивность пашни при одновременном поддержании и повышении плодородия почв. Внесение минеральных удобрений должно базироваться на точном расчете их потребности с учетом свойств почвы, биологических особенностей возделываемой культуры и планируемой урожайности. Данные факторы определяют и формы применяемых удобрений.

В настоящее время существует много новых форм комплексных минеральных и органоминеральных удобрений, в том числе для картофеля. Применение комплексных удобрений взамен простых их форм оправдано с хозяйственной и экономической точек зрения, так как позволяет более равномерно вносить питательные вещества по площади поля, снижать уплотненность почвы за счет сокращения количества проездов техники по полю, уменьшить потребность в технике, а также гарантировать внесение элементов питания в заданном соотношении.

В то же время наукой и практикой установлено, что отдача от удобрений зависит не только от дозы и соотношения между элементами питания, но и от способа их внесения. Уже давно в производственных условиях распространены приемы локального внесения основных доз минеральных удобрений. Локальное внесение исключает многие недостатки, присущие традиционному разбросному способу. Размещение туков концентрированными очагами на заданной глубине во влагообеспеченном слое почвы с ориентацией относительно корневой системы растений создает условия для более рационального использования элементов питания и повышения их эффективности [1–3].

Таким образом, целью наших исследований является оценка влияния локального внесения различных форм и доз комплексных удобрений на продуктивность и качество картофеля в условиях северо-восточной части республики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Полевые опыты проводились в 2021–2022 гг. в УНЦ «Опытные поля БГСХА» с раннеспелым сортом Першацвет, среднеспелым Скарб и среднепоздним Рубин. Почва опытного участка по своим агрохимическим характеристикам в целом соответствует требованиям культуры. Предшественником в опыте являлась яровая пшеница. После нее поле засеивалось редькой масличной, которая была запахана в качестве сидерата. Удобрения вносились локально в различных дозах по вариантам:

1. Контроль – без удобрений;
2. $N_{28}P_{80}K_{120}$ (стандартные формы удобрений);
3. $N_{100}P_{100}K_{150}$ (азотно-фосфорно-калийное удобрение марки 7-20-30);
4. $N_{28}P_{80}K_{120}$ (азотно-фосфорно-калийное удобрение марки 7-20-30);
5. $N_{14}P_{40}K_{60}$ (азотно-фосфорно-калийное удобрение марки 7-20-30);
6. $N_{100}P_{100}K_{150}$ (органоминеральное удобрение марки 10-10-15);
7. $N_{40}P_{40}K_{60}$ (органоминеральное удобрение марки 10-10-15);
8. $N_{20}P_{20}K_{30}$ (органоминеральное удобрение марки 10-10-15).

В качестве стандартных форм удобрений использовались мочевина, аммофос и хлористый калий. Мочевина также использовалась для компенсации дозы азота в варианте 3. В вариантах 3–5 применялось гранулированное азотно-фосфорно-калийное комплексное удобрение марки 7-20-30 производства ОАО «Беларуськалий». В вариантах 6–8 применялось комплексное гранулированное органоминеральное удобрение пролонгированного действия ИПАН, состоящее на 30–50 % из торфа и на 50–70 % из минеральных удобрений. В остальном технология возделывания культуры – традиционная для региона. Уборка проводилась механизированно, поделяночно. Содержание крахмала определяли по удельному весу клубней.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Данные об урожайности и качестве урожая картофеля в различных вариантах приведены в таблице 1.

В 2021 г. в контрольном варианте урожайность была существенно ниже по сравнению со всеми другими вариантами, кроме 8 варианта у сорта Скарб – здесь превышение было меньше величины НСР. По сорту Першацвет превышение над контрольным вариантом по урожайности составляло от 10,88 т/га, или 36 % (8 вариант) до 21,68 т/га, или 71 % (3 вариант). По сорту Скарб эти цифры составили по сравнению с аналогичными вариантами от 2,86 т/га (12 %) до 13,89 т/га (58 %). У сорта Рубин минимальное преимущество над контролем имел 5 вариант (5,1 т/га, или 14 %), максимальное – 6 вариант (17,41 т/га, или 49 %).

В целом максимальные показатели урожайности по всем сортам закономерно обеспечили варианты с высокими дозами различных удобрений: 3-й (АФК 7-20-30) и 6-й (ОМУ 10-10-15) – между собой они были практически на одном уровне, разница не превышала НСР. Далее урожайность снижалась от варианта 3 к варианту 5 и от варианта 6 к варианту 8 (то есть по мере уменьшения фона удобрений).

Для сравнения эффективности традиционных форм удобрений и комплексных необходимо сопоставить варианты 2 и 4 (АФК 7-20-30) – здесь удобрения вносились в полностью эквивалентных дозах. По всем сортам прослеживается некоторое преимущество комплексного удобрения, однако разница математически не доказуема.

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

Таблица 1 – Урожайность и качество урожая картофеля

№ варианта	Урожайность, т/га			Товарность, %			Содержание крахмала в клубнях, %		
	2021 г.	2022 г.	Средняя	2021 г.	2022 г.	Средняя	2021 г.	2022 г.	Среднее
Першацвет									
1	30,69	20,64	25,67	82	85	83,5	15,4	14,8	15,1
2	46,74	32,42	39,58	85	83	84,0	15,4	14,0	14,7
3	52,37	40,07	46,22	86	85	85,5	15,5	14,3	14,9
4	48,34	34,25	41,30	85	86	85,5	15,8	14,0	14,9
5	44,00	28,84	36,42	82	90	86,0	16,4	14,3	15,4
6	51,47	38,60	45,04	90	93	91,5	14,6	14,9	14,8
7	45,78	31,29	38,54	85	88	86,5	15,7	15,3	15,5
8	41,58	27,24	34,41	85	87	86,0	15,4	14,9	15,2
НСР ₀₅	3,237	2,468	–	–	–	–	–	–	–
Скарб									
1	24,12	18,74	21,43	82	73	77,5	14,9	14,4	14,7
2	31,63	25,81	28,72	86	82	84,0	15,2	14,1	14,7
3	38,01	32,96	35,49	89	88	88,5	15,5	13,4	14,5
4	33,38	26,66	30,02	87	82	84,5	15,8	13,5	14,7
5	28,99	23,69	26,34	85	76	80,5	15,7	14,5	15,1
6	37,23	33,84	35,54	87	89	88,0	14,9	14,6	14,8
7	29,21	27,68	28,45	88	83	85,5	15,1	15,0	15,1
8	26,98	24,88	25,93	83	80	81,5	15,0	14,2	14,6
НСР ₀₅	3,463	1,875	–	–	–	–	–	–	–
Рубин									
1	35,64	23,35	29,50	81	84	82,5	15,4	16,2	15,8
2	46,04	31,12	38,58	81	89	85,0	16,3	16,2	16,3
3	52,98	37,14	45,06	84	87	85,5	16,8	15,4	16,1
4	47,53	32,80	40,17	83	85	84,0	17,0	16,3	16,7
5	40,74	28,42	34,58	80	90	85,0	17,3	16,8	17,1
6	53,05	40,60	46,83	87	90	88,5	15,4	16,4	15,9
7	46,54	33,98	40,26	83	93	88,0	16,0	16,6	16,3
8	41,95	29,08	35,52	83	91	87,0	16,5	16,8	16,7
НСР ₀₅	3,272	3,367	–	–	–	–	–	–	–

По товарности урожая и по крахмалистости клубней трудно выделить четкую закономерность различий между вариантами: накладывается влияние нескольких факторов (вид удобрения, дозы, соотношение питательных элементов в удобрении). Однако можно отметить, что в контрольном варианте товарность была на минимальном уровне, хотя иногда некоторые варианты не превышали контроль. Максимальной товарностью была в основном в вариантах с достаточным обеспечением растений элементами питания (3 и 6).

Содержание крахмала в клубнях было минимальным в варианте без удобрений (контроль) и с максимальными дозами ОМУ (6 вариант). Возможно, в последнем случае сказывается органическая составляющая удобрения, так как при внесении аналогичной дозы в виде АФК крахмалистость клубней несколько выше. По всем сортам можно отметить, что максимальное содержание крахмала имели клубни в вариантах 4 и 5, то есть при использовании комплексного удобрения АФК 7-20-30 в умеренных дозах (без избытка азота и в то же время более-менее существенным содержанием фосфора и калия).

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

В 2022 г. урожайность также была существенно ниже в контрольном варианте без удобрений по сравнению с остальными вариантами. На сорте Першцацвет превышение над контролем составляло от 6,60 т/га, или 32 % (8 вариант) до 19,43 т/га, или 94 % (3 вариант). У сорта Скарб минимальное преимущество над контролем имел также 8 вариант (6,14 т/га, или 33 %), максимальное – 6 вариант (15,10 т/га, или 81 %). По сорту Рубин в сравнении с аналогичными вариантами – от 5,73 т/га (25 %) до 17,25 т/га (74 %).

Максимальные показатели урожайности по всем сортам обеспечили варианты с повышенными дозами комплексных удобрений: 6-й (ОМУ) и 3-й (АФК) – опять же без существенной разницы между собой, хотя и отмечалась тенденция к преимуществу 6-го варианта. Урожайность значительно снижалась по мере уменьшения фона удобрений: от варианта 3 к варианту 5 и от варианта 6 к варианту 8. Следует также отметить еще одну закономерность: на раннем сорте Першцацвет некоторое преимущество, в основном несущественное, имели варианты с удобрением АФК 7-20-30 по сравнению с вариантами с удобрением ОМУ 10-10-15 (3-й по сравнению с 6-м, 4-й по сравнению с 7-м, 5-й по сравнению с 8-м), а на более поздних сортах Скарб и Рубин ситуация была обратной. Несмотря на то что дозы действующего вещества совпадают только в вариантах 3 и 6, можно предположить, что удобрение ОМУ 10-10-15 (заявленное производителем как долгодействующее) больше подходит для сортов, имеющих сравнительно длинный период вегетации.

При сравнении эффективности традиционных форм удобрений и комплексных (варианты 2 и 4), как и в предыдущем году, прослеживается некоторое преимущество комплексного удобрения, однако разница снова была несущественной.

Высокая товарность урожая была характерна для варианта с максимальными дозами ОМУ (6). По содержанию крахмала также некоторое преимущество, хотя и не явное, имели варианты с применением ОМУ.

Средние за два года данные практически полностью повторяют закономерности, описанные для 2022 г.: ранний сорт Першцацвет лучше реагирует на применение комплексного удобрения АФК, среднепоздний Рубин – на использование ОМУ. Реакция среднеспелого сорта Скарб зависит от условий конкретного сезона.

Характеристика структуры урожайности в среднем за два года представлена в таблице 2.

Количество стеблей в расчете на один куст мало зависело от вида и дозы используемых удобрений. Только у сорта Рубин, который в принципе образует много стеблей, можно заметить преимущество по этому показателю именно в вариантах с максимальными дозами комплексных удобрений (3 и 6).

По числу образуемых клубней четкой закономерности не прослеживается, но стабильно высоким данный показатель был в 3-м варианте (с максимальной дозой АФК), на сортах Скарб и Рубин также и в 6-м варианте (с максимальной дозой ОМУ). Наименьшее количество клубней формировали растения сортов Першцацвет и Скарб в контрольном варианте без удобрений, а растения сорта Рубин – в варианте с минимальной дозой ОМУ.

Основной показатель – масса клубней куста – изменялся по вариантам в соответствии с описанной выше урожайностью: наибольшие значения в вариантах с максимальными дозами комплексных удобрений (3 и 6), минимальные – в контроле. Варианты с минимальными дозами комплексных удобрений закономерно уступали вариантам с более высоким фоном.

В контрольном варианте у каждого сорта также образовывались в среднем и самые мелкие клубни. Самые крупные формировались в вариантах с высокими

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

Таблица 2 – Структура урожайности картофеля, в среднем за 2021 и 2022 гг.

№ варианта	Число стеблей, шт/куст	Число клубней, шт/куст	Масса клубней, г/куст	Средняя масса 1 клубня, г	Удельный вес клубней по фракциям, %		
					> 60 мм	40–60 мм	< 40 мм
Першацвет							
1	3,8	7,1	540	76	48,1	35,5	16,5
2	4,1	9,4	832	90	47,1	36,6	16,3
3	4,7	10,7	971	92	59,2	26,7	14,2
4	4,3	8,8	867	102	55,3	30,3	14,4
5	4,4	9,5	765	85	55,0	30,7	14,4
6	4,7	9,4	946	101	69,3	21,8	8,9
7	5,0	8,8	810	94	54,7	31,6	13,8
8	4,5	8,5	723	86	60,9	25,7	13,6
Скарб							
1	3,7	8,3	451	55	35,1	42,5	22,5
2	4,2	10,1	604	60	39,3	44,5	16,3
3	4,2	9,7	746	78	53,4	34,7	11,9
4	3,9	9,4	631	67	46,2	38,8	15,1
5	3,7	9,4	554	59	38,3	42,0	19,8
6	3,9	9,8	747	77	53,3	34,7	12,1
7	4,3	9,7	598	62	44,0	42,6	13,5
8	3,9	9,2	545	60	43,4	37,9	18,7
Рубин							
1	6,2	10,0	620	62	50,1	32,7	17,3
2	6,2	11,8	811	68	47,4	37,9	14,7
3	7,2	12,3	947	76	47,8	37,7	14,6
4	6,5	12,0	844	70	47,7	36,3	16,2
5	6,3	11,2	727	65	45,8	38,9	15,3
6	6,9	12,0	984	82	58,2	30,2	11,7
7	6,7	10,6	846	80	53,8	34,2	12,1
8	6,1	9,9	746	75	56,9	30,8	12,4

дозами комплексных удобрений (3 и 6), хотя на сорте Першацвет эта закономерность проявилась не так четко: сказывается влияние соотношения количества клубней и их общей массы. На сорте Рубин и вовсе по этому показателю варианты с внесением ОМУ в разных дозах превосходили все другие.

Анализ фракционного состава клубней подтверждает описанную закономерность: на сортах Першацвет и Скарб в вариантах с высокими дозами комплексных удобрений отмечался наибольший удельный вес крупных клубней, в варианте с традиционными удобрениями (2) – средних, а в контрольном – мелких. На сорте Рубин больше доля крупных клубней была в вариантах с применением ОМУ (6, 7, 8).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование удобрений позволяет получить существенную прибавку урожайности в зависимости от сорта, формы и дозы удобрений. Максимальные показатели обеспечивают варианты с высокими дозами комплексных удобрений: $N_{100}P_{100}K_{150}$ в виде ОМУ 10-10-15 и АФК 7-20-30 без достоверной разницы между собой. Прослеживается тенденция лучшей отзывчивости ранних сортов на комплексное удобрение АФК, более поздних – на ОМУ.

Использование комплексного удобрения АФК 7-20-30 в дозе $N_{28}P_{80}K_{120}$ по сравнению со стандартными формами удобрений в аналогичной дозе показывает недостоверное

преимущество по показателю урожайности – прибавка составляет 0,85–1,83 т/га в зависимости от сорта.

Отсутствие удобрений снижает товарность урожая. Максимальные показатели обеспечивает использование комплексного удобрения ОМУ 10-10-15 в дозе $N_{100}P_{100}K_{150}$: 88,0–91,5 % в зависимости от сорта.

Индивидуальная продуктивность растений всех сортов, средняя масса одного клубня увеличиваются по мере увеличения доз удобрений, независимо от их формы. В вариантах с высокими дозами удобрений формируется больше крупных клубней, а в контрольном (без удобрений) – мелких.

Список литературы

1. Локальное внесение минеральных удобрений эффективнее разбросного / А. Э. Шабанов, А. И. Киселев, Г. И. Филиппова [и др.] // Картофель и овощи. – 2011. – № 6. – С. 13.
2. Мельничук, Д. И. Эффективность приемов интенсификации производства картофеля на связных почвах северо-востока Беларуси / Д. И. Мельничук, М. Н. Старовойтов, В. А. Рылко // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол. : С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 26. – С. 102–123.
3. Рылко, В. А. Эффективность использования новых форм комплексных удобрений в посадках картофеля / В. А. Рылко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сб. ст. по материалам XVIII Междунар. науч.-практ. конф., г. Горки, 24–25 июня 2021 г. / БГСХА. – Горки, 2021. – С. 118–122.

Поступила в редакцию 26.11.2024 г.

V. A. RYLKO

INFLUENCE OF NEW FORMS OF COMPLEX FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF POTATOES UNDER THE CONDITIONS OF THE NORTH-EASTERN PART OF BELARUS

SUMMARY

The results of studying the effectiveness of new forms of complex fertilizers used locally for potatoes are presented: nitrogen-phosphorus-potassium (NPP) grade 7-20-30 and organomineral (OMF) grade 10-10-15. The maximum productivity indicators were provided by variants with high doses of complex fertilizers: $N_{100}P_{100}K_{150}$ in the form of OMF and NPP, without a significant difference between them. There is a trend of better responsiveness of early varieties to complex fertilizer NPP, and later varieties to OMF. The use of NPP complex fertilizer in comparison with standard forms of fertilizers in a similar dose showed some advantage in terms of the effect on potato yield.

Key words: potato; complex fertilizers; productivity.

УДК 635.63:631.531.02:631.526.325

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

И. В. Гапоненко, О. С. Провоторова, научные сотрудники

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

СЕМЕНОВОДСТВО КОРНИШОННО-ПАРТЕНОКАРПИЧЕСКИХ МАТЕРИНСКИХ И ОТЦОВСКИХ ЛИНИЙ ОГУРЦА ОТКРЫТОГО ГРУНТА ГИНОЦИЙНОГО И МОНОЦИЙНОГО ТИПА ДЛЯ РЕПРОДУКЦИИ ГИБРИДОВ ДУХМЯНЫ F_1 И КОЛОРИТ F_1

РЕЗЮМЕ

Отражены результаты работы по семеноводству гиноцийных и моноцийных линий корнишонно-партенокарпического огурца для репродукции гибридов Духмяны F_1 и Колорит F_1 открытого грунта.

Ключевые слова: огурец; линия; партенокарпия; отбор; семеноводство; открытый грунт; гиббереллин.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальная задача гибридного семеноводства огурца открытого и защищенного грунта – производство суперэлитных и элитных семян материнских и отцовских форм, которые сочетают комплекс ценных морфологических и хозяйственно-биологических признаков.

После районирования гибрида F_1 необходимо осуществлять селекционно-семеноводческую работу по производству семян суперэлиты и элиты материнских и отцовских линий. Производство семян огурца высших репродукций это продолжение селекционно-семеноводческой работы по сохранению и улучшению у них комплекса ценных хозяйственно-биологических признаков. Для достижения определенных целей в селекции и семеноводстве огурца необходимо соблюдать технологию возделывания материнской и отцовской формы, получать семена на пространственно изолированных участках, для закрепления ценных хозяйственно-биологических признаков в течение вегетационного периода многократно проводить индивидуально-семейственный отбор.

Общепринято, что в суперэлитку по огурцу и другим видам тыквенных культур отбирают не более 5–6 %, а в элиту – 50 % самых лучших растений. Количество отборов (прочисток) зависит от чистоты исходных форм. В семеноводстве материнских и отцовских линий корнишонно-партенокарпического огурца для репродукции гибридов Духмяны F_1 и Колорит F_1 необходимо, чтобы созданные линии имели высокие показатели признаков партенокарпии, гиноцийности и моноцийности, соответствующий габитус растений, урожайности плодов и семян, болезнеустойчивости, плоды (зеленец, семенник) соответствовали необходимым требованиям по морфобиологическим признакам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В работе при создании линий корнишонно-партенокарпического огурца гиноцийного и моноцийного типа применяли схему семейственно-группового отбора (рис.).

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

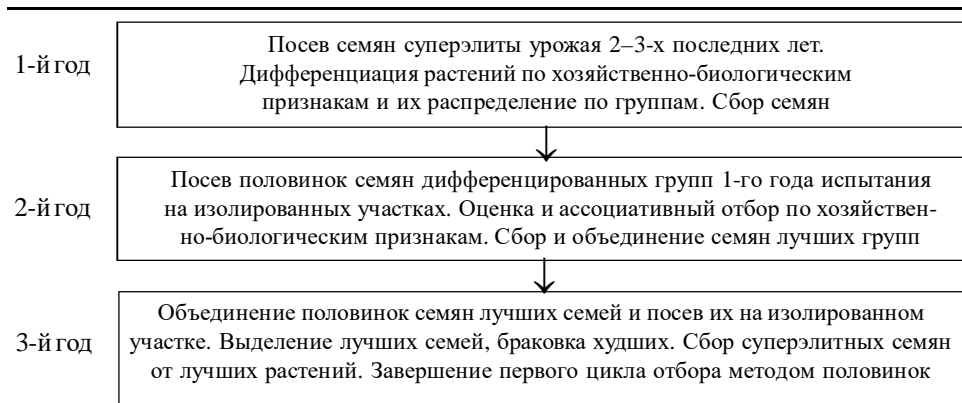


Рисунок – Схема семейственно-группового отбора огурца методом половинок

При этом виде отбора родоначальные элитные растения разбивали на несколько групп по ряду сходных хозяйственно-биологических признаков, которые высевали на пространственно изолированных участках. Во время цветения растений огурца происходило свободное естественное энтомофильное переопыление цветков растений в пределах каждой группы. Положительным эффектом семейственно-группового отбора является то, что при нем устраняется негативный эффект близкородственного скрещивания и сокращается период отбора ценных генотипов, а также быстро достигается выравнивание, усиление и закрепление в потомстве необходимых признаков [1].

Для репродукции гибридов Духмяны F_1 и Колорит F_1 использовали суперэлитные семена гиноцийных: ♀ 6-8-4-3 и 1-2-5 и моноцийных ♀+♂ 7-1-3 и 25-8-1 линий соответственно. Морфологические и хозяйственно-биологические признаки указанных линий огурца приведены в таблице 1.

Линии обладают комплексом признаков в отношении гиноцийности и моноцийности, партенокарпии, урожайности плодов в стадии технологической и биологической спелости, устойчивости к наиболее вредоносным грибным болезням и ряду других показателей.

При производстве семян материнских и отцовских линий использовали пространственно изолированные плодородные участки земли открытого и защищенного грунта. В открытом грунте растения огурца гиноцийных и моноцийных линий высаживали 25–30-дневной рассадой по схеме 210×50 см, предварительно выращенной в пленочной стеллажной теплице. В начальной стадии образования первого настоящего листа рассадку гиноцийных линий огурца обрабатывали водно-спиртовым раствором гиббереллина 0,15–0,20 %-й концентрации с целью индуцирования у гиноцийных линий мужских цветков. После высадки рассады огурца гиноцийных линий на постоянное место в открытом грунте в стадии формирования 3–4 настоящего листа ее вторично обрабатывали раствором гиббереллина. В течение всего вегетационного периода среди гиноцийных и моноцийных линий огурца 3-кратно проводили прочистки и апробацию основных морфобиологических признаков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Семеноводство гиноцийных линий. В селекционно-семеноводческой работе при производстве гибридов F_1 в качестве материнской формы использовали следующие гиноцийные партенокарпические линии: 1-2-5, 6-8-4-3. Основным элементом в системе

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

Таблица 1 – Хозяйственно-биологическая характеристика гиноцидных (♀) и моноцидных (♀+♂) линий огурца открытого грунта

Показатели	Линии			
	♀6-8-4-3	♀1-2-5	♀+♂7-1-3	♀+♂25-8-1
Количество растений, %:				
гиноцидных	95–100	95–100	–	–
моноцидных	–	–	100	100
Партенокарпия, коэффициент	0,9–1	0,9–1	0,7–0,8	0,7–0,8
Количество завязей в пазухах листа, шт.	1–2	1–2	1	1
Количество растений без кукурбитацина, %	100	100	100	100
Габитус растений:				
длина главного стебля, см	150	150	200	200
ветвистость (количество боковых побегов), шт.	2–3	2–3	4–5	4–5
Плод-зеленец:				
урожайность, кг/м ²	4–5	4–5	3–4	3–4
размер (длина×диаметр), см	10–12×3–4	10–12×3–4	10–15×4–4,5	10–15×4–4,5
масса, г	100–120	100–120	100–200	100–200
окраска поверхности	Зеленая			
форма	Эллипсоидная			
окраска шипов	Черные			
Плод-семенник:				
урожайность, кг/м ²	5–6	5–6	4–5	4–5
размер (длина×диаметр), см	14–15×4–5	14–15×4–5	15–16×5–6	15–16×5–6
масса, г	300–450	300–450	400–500	400–500
окраска коры	Светло-коричневая			
наличие (+) или отсутствие (–) элементов сетки на коре	+	+	+	+
Устойчивость к болезням, балл*:				
пероноспороз	5–7	5–7	5–7	5–7
мучнистая роса	7–9	7–9	7–9	7–9
кладоспориоз	9	9	9	9

* По 9-балльной шкале устойчивости.

элитного семеноводства является их размножение и отбор по признаку женского пола. Фенотипически по проявлению женского пола они однородны, однако генетически это популяции. Разложение их популяций на отдельные биотипы возможно на провокационном фоне методом обработки растений огурца биологически активными фиторегуляторами – гиббереллин, азотнокислое серебро, протаргол и др. [2–6].

Первую обработку растений огурца гиббереллином проводили в стадии образования первого настоящего листа. По выраженности признака женского пола после обработки растений огурца фиторегуляторами линии дифференцировали на четыре основные группы: ультраженские (Ж₀), которые не имеют ни одного мужского цветка на растении; женские (Ж₁) и преимущественно женские (Ж₂₋₃), то есть с мужскими цветками в одном, двух или трех междоузлиях главного стебля. Растения с 4–5 и более образующимися в междоузлиях мужскими цветками нежелательны для опыления, которые при прочистках удаляли. Кроме признака женского пола выделившиеся гиноцидные растения оценивали по ряду других генетически обусловленных признаков.

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

Семеноводство суперэлиты и элиты женских линий проводили при оптимальных условиях их роста и развития в условиях защищенного и открытого грунта по признакам, указанным в таблице 1.

Элитные семена гиноцийных партенокарпических линий получали с помощью обработки растений огурца гиббереллином $A_4(C_{19}H_{22}O_6)$. Первую обработку водно-спиртовым раствором гиббереллина 0,15–0,20 %-й концентрации проводили в фазе образования первого настоящего листа в вечернее время, чтобы избежать появления на листьях ожогов. Вторую и третью обработку растений осуществляли через 2–3 дня.

Для приготовления раствора гиббереллина 2–3 г препарата растворяли в 50 мл этилового спирта и доводили объем раствора дистиллированной водой до 1 л.

Обработка гиноцийно-женских растений огурца гиббереллином приводит к усилению у них выраженности признака мужского пола, то есть способствует образованию единичных мужских цветков на некоторых растениях женского типа. Ультраженские формы растений огурца ($Ж_0$) не реагировали на обработку гиббереллином и имели 100 % женских цветков. У растений женского типа ($Ж_1$ – $Ж_3$) с одним, двумя или тремя мужскими соцветиями, обработанных гиббереллином, увеличивалось общее количество мужских цветков. Эти растения – $Ж_0$, $Ж_1$, $Ж_2$, $Ж_3$ оставляли для переопыления. Растения с 4–5 мужскими соцветиями в междоузлиях, обработанные гиббереллином, выбраковывали и удаляли. В итоге опылителями оставались одни женские растения, превратившиеся под влиянием гиббереллина в преимущественно женские и растения женского типа с минимальным количеством мужских соцветий на растениях – $Ж_0$, $Ж_1$ – $Ж_3$. В результате переопыления между собой таких растений происходит усиление выраженности признака женского пола. Индивидуальный отбор с использованием гиббереллина позволил создать женские формы, которые имеют 95–100 % женских растений. Эффект действия гиббереллина проявляется на растениях женских линий огурца спустя 10–15 дней после первой обработки. Дифференциация линий огурца по признаку женского пола после обработки гиббереллином позволила выявить растения, которые необходимы для опыления женских цветков мужскими, используя при этом основных энтомофильных опылителей – пчел и шмелей.

При соблюдении всех требований технологии возделывания гиноцийных линий 6-8-4-3 и 1-2-5 огурца с 1 м² открытого грунта было получено от 24,5 до 25,3 г семян (табл. 2). Одно растение гиноцийной линии дает 25–26 г семян. При этом на одном растении в среднем формируется более 5 семенников массой от 370 до 380 г. Количество семян в одном семеннике составило 190–198 шт. массой от 4,75 до 5,16 г, а их выход от массы семенника – 1,25–1,39 %.

Таблица 2 – Показатели семенной продуктивности гиноцийных (♀) и моноцийных (♀+♂) линий огурца открытого грунта

Название гибридов F_1 и их линий	Количество семенников, шт/растение	Масса				Количество семян в семеннике, шт.	Выход семян, %	Урожайность семян, г/м ²
		семенника, г	семян, г/растение	семян в семеннике, г	1 000 семян, г			
Духмяны F_1								
♀ 6-8-4-3	5,6	380	26,6	4,75	25	190	1,25	25,3
♀+♂ 7-1-3	4,0	426	24,5	6,12	27	226	1,43	23,3
Колорит F_1								
♀ 1-2-5	5,0	370	25,8	5,16	26	198	1,39	24,5
♀+♂ 25-8-1	4,2	430	23,2	5,52	28	197	1,28	22,0

Семеноводство моноцидных линий. Производство суперэлитных и элитных семян линий огурца моноцидного (однодомного) типа занимает важное место в селекционно-семеноводческой работе, поскольку их используют в селекции в качестве отцовского компонента при создании корншонно-партекарпических гибридов F_1 . Типичными представителями огурца моноцидного типа являлись следующие корншонно-партекарпические линии белорусской селекции: 7-1-3 (отцовская форма гибрида Духмяны F_1) и 25-8-1 (отцовская форма гибрида Колорит F_1). В гибридизации необходимо, чтобы отцовский компонент дополнял материнскую форму ценными генетически обусловленными признаками, обладал высокой комбинационной способностью, имел высокий адаптационный потенциал к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды, не имел близкого родства с материнской формой, сочетал ряд сигнальных признаков по окраске, форме и размеру семенника.

Семеноводческие посевы моноцидных линий огурца размещали на пространственно изолированных, плодородных участках открытого грунта при схеме посадки рассадных растений 210×50 см.

В течение всего периода вегетации на семеноводческом посеве моноцидных линий огурца проводили три сортовые прочистки и апробацию растений. При прочистках удаляли слаборазвитые, нетипичные и больные растения.

В сравнении с гиноцидными линиями моноцидные линии имеют незначительные различия в отношении количества семенников, массы семенника, массы семян (г/растение), массы семян в семеннике (г), массы 1 000 семян (г), урожайности и процента выхода семян (см. табл. 2). Урожайность семян моноцидных линий огурца составила в среднем 22,6 г/м² при выходе семян из семенников – 1,35 %, а гиноцидных – соответственно 24,9 г/м² и 1,32 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для репродукции гибридов Духмяны F_1 и Колорит F_1 в условиях открытого грунта Республики Беларусь получены стабильные урожаи семян гиноцидных и моноцидных линий огурца. Урожайность семян гиноцидных линий огурца в открытом грунте составляла 243–245 кг/га, моноцидных – 220–233 кг/га. Процент выхода семян из семенников гиноцидных линий находился в пределах 1,25–1,39 %, моноцидных – 1,23–1,43 %.

Список литературы

1. Гуляев, Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г. В. Гуляев, Ю. П. Гужов. – М., 1987. – 447 с.
2. Ли, Ю. С. Эффективность использования фиторегуляторов при первичном семеноводстве частично двудомных и женских форм огурца : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Ли Юрий Сихенович ; ВНИИ растениеводства. – СПб. – Пушкин, 1991. – 18 с.
3. Методические указания по селекции и семеноводству гетерозисных гибридов огурца / ВАСХНИЛ и ВНИИССОК ; сост.: Н. Н. Ткаченко, О. В. Юрина, Н. Н. Корганова [и др.]. – М., 1985. – 55 с.
4. Пыженков, В. И. Эволюционно-генетические основы формообразования *Cucumis sativus* L. и теоретические вопросы селекции : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.05 / Пыженков Владимир Ильич. – Л., 1981. – 48 с.
5. Peterson, C. E. Induction of staminate flowers on gynoeious cucumbers with gibberellins A3 / C. E. Peterson, L. D. Ander // Science. – 1960. – Т. 131, № 3414. – 1673–1674 p.

6. Юрина, О. В. Селекция и семеноводство тыквенных культур в России / О. В. Юрина, В. Ф. Пивоваров, Н. Н. Балашова. – М., 1998. – 423 с.

Поступила в редакцию 16.12.2024 г.

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

**SEED PRODUCTION OF GHERKIN-PARTENOCARPIC
MATERNAL AND PATERNAL LINES OF OPEN GROUND
CUCUMBER OF GYNOECIOUS AND MONOECIOUS
TYPES FOR THE REPRODUCTION OF DUHMYANY F₁
AND KOLORIT F₁ HYBRIDS**

SUMMARY

The results of work on seed production of gynoecious and monoecious lines of gherkin-partnerocarpic cucumber for the reproduction of open ground hybrids Duhmyany F₁ and Kolorit F₁ are presented.

Key words: cucumber; line; parthenocarpy; selection; seed production; open ground; gibberellin.

УДК 635.21:631.526.32

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

М. О. Осовик, заведующий отраслевой лабораторией агробиотехнологии

И. И. Шкляр, научный сотрудник

РУП «Гродненский зональный институт растениеводства
НАН Беларуси», г. Щучин, Гродненская область

ВЛИЯНИЕ СХЕМ ПОСАДКИ МИКРОРАСТЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

РЕЗЮМЕ

В результате исследований установлено, что в сооружениях защищенного грунта при оптимальной схеме посадки 30×10 см у раннеспелого сорта Першацвет максимальный выход оздоровленных клубней (175 шт/м²) обеспечило 3-кратное применение регулятора роста Атоник Плюс. При аналогичной схеме посадки у сорта Баярскі максимальный выход оздоровленных клубней (141 шт/м²) получен при 2-кратном внесении регулятора роста Альбит.

Ключевые слова: картофель; сорт; схема посадки; урожайность; регуляторы роста; растения.

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача технологии получения оздоровленного материала в тепличных комплексах – это максимальный выход технологичных клубней с низкой степенью зараженности патогенами на одно растение *in vitro* и на единицу площади теплицы. Одним из приемов регулирования интенсивности размножения и внедрения оздоровленных сортов в производство является схема посадки исходных растений в теплице. Проводились многочисленные исследования влияния схем посадки на продуктивность оздоровленных растений и коэффициент размножения, но однозначного мнения по этому вопросу нет. По мнению ряда ученых, загущенная посадка исходных растений повышает выход семенных клубней с единицы площади [1–3]. Однако если учесть, что основная доля в затратах на производство первого клубневого поколения приходится на стоимость исходных растений, то такая посадка приводит к увеличению себестоимости полученного материала. В Европе считается нормальным получить 4–5 клубней от одного растения [3].

Направленное применение регуляторов роста позволяет увеличить коэффициент размножения [4–7]. Кроме того, их использование стабилизирует рост и развитие растений, важнейшие реакции обмена веществ, способствует более полной реализации биологического потенциала сорта и, что немаловажно, обеспечивает благоприятную фитопатологическую ситуацию в созданном агроценозе.

Большинство авторов указывают на сортовую специфичность действия регуляторов роста. Так, В. В. Анциповичем рассчитано влияние отдельных факторов на продуктивность оздоровленных растений картофеля. Установлено, что в накоплении урожайности первого клубневого поколения в сооружениях защищенного грунта доля

влияния фактора «сорт» составила 32,1 %, фактора «густота» – 24,5 %. Влияние факторов «удобрения» и «технология» незначительно отличалось друг от друга, находясь на уровне 9,6 и 10,1 %. Автор указывает, что при получении первого клубневого поколения подбор технологии и густоты посадки должен предполагать достижение максимального коэффициента размножения и наибольшего количественного выхода клубней для каждого сорта с учетом взаимодействия всех изученных факторов [8].

По данной тематике проведено много исследований. Однако рынок современных инновационных продуктов постоянно растет, в производство поступают более эффективные регуляторы роста и новые более продуктивные сорта картофеля, поэтому изучение эффективности регуляторов роста с учетом сортовой специфичности при производстве первого клубневого поколения в условиях защищенного грунта является актуальным.

Цель – разработка приемов оптимизации минерального питания путем применения регуляторов роста, определение оптимальной схемы посадки оздоровленных растений в защищенном грунте.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2022–2023 гг. на базе тепличного комплекса РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси». Производство микро-растений осуществлялось в лаборатории микрочлонального размножения в культуре *in vitro*, мини-клубней – в защищенном грунте.

Агрохимический анализ торфа, завезенного в теплицы: рН в КСІ – 5,4; содержание подвижного фосфора – 225 мг/кг, обменного калия – 154, Са – 1 013, S – 3,9, Mg – 117, Cu – 1,3, Zn – 2,4, Mn – 3,3 мг/кг почвы.

Исследования проводились на новых сортах Першацвет (ранний) и Баярскі (средне-спелый) по следующей схеме:

фактор А – густота посадки:

1. 33 шт/м² (30×10 см);
2. 25 шт/м² (40×10 см);
3. 20 шт/м² (50×10 см);

фактор В – регуляторы роста:

1. Контроль (без обработок в период вегетации);
2. Альбит – 0,05 л/га (фаза смыкания рядков – бутонизации) + 0,05 л/га (через 10–15 дней);
3. Атоник Плюс – 0,2 л/га (первые 2–3 листа) + 0,2 л/га (через 14 дней) + 0,2 л/га (фаза бутонизации – начала цветения).

Количество стеблей и высота растений определялись по вариантам опыта на 10 растениях каждой повторности [9]. Тестирование растений на скрытую зараженность вирусами проводилось методом ИФА в период цветения в лаборатории института. Учет урожая осуществлялся на каждой делянке отдельно по всем повторностям. Рассчитывалось количество клубней на один куст (коэффициент размножения), общее количество мини-клубней, количество технологичных клубней, их выход. Клубневой анализ проводился во время уборки в средней выборке из 100 клубней. Учитывалось внешнее и внутреннее проявление болезней (фитофтороз, парша обыкновенная, сухая и мокрая гнили и др.) [10]. Математическая обработка полученных данных выполнялась методом дисперсионного анализа [11].

Оценка метеорологических условий осуществлялась по данным метеостанции института. Метеорологические условия в годы исследований отличались по температурному

и водному режимам. Если весна 2022 г. (апрель, май) характеризовалась температурой ниже климатической нормы ($-1,6$ и $-1,4$ °С соответственно), то апрель и май 2023 г. были значительно теплее ($+1,1$ и $0,2$ °С соответственно). В целом по годам сумма эффективных температур с мая по сентябрь ежегодно превышала климатическую норму. Температурный режим практически все лето также был выше климатической нормы, что приводило к значительному повышению температуры воздуха в теплицах и создавало экстремальные условия для формирования клубней сортами картофеля. Оба года характеризовались крайне неравномерным распределением количества осадков. Отсутствие осадков чередовалось с периодами, когда их количество за декаду превышало норму почти в два раза. Но отсутствие дождей при производстве мини-клубней в защищенном грунте не является лимитирующим фактором для роста и развития микрорастений, так как оснащение теплиц позволяет контролировать влажностный режим.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Закладка опыта осуществлялась в конце апреля – начале мая. Опыт мелкоделяночный, общая площадь делянок – $4,5-7,5$ м², учетная – $3,0-5,0$ м².

Весной под культивацию внесены фосфорные (аммофос) – 120 кг д. в/га, калийные (хлористый калий) – 240 и азотные (карбамид) удобрения – 120 кг д. в/га.

Оздоровленные растения после размножения в культуре *in vitro* в защищенный грунт высаживались вручную по схеме опыта. Перед посадкой их корневая система обрабатывалась протравителем Эместо Квантум. Агротехнические мероприятия включали полив, рыхление, прополку, окучивание растений, профилактические обработки против болезней и вредителей. Для устранения предпосылок возникновения резистентности к возбудителям болезни чередовали следующие фунгициды: Ридомил Голд МЦ ($2,5$ кг/га), Инфинито ($1,6$ л/га), Ревус Топ ($0,6$ л/га), Банджо Форте ($1,0$ л/га), Ширма ($0,4$ л/га), которые применялись в сочетании с инсектицидом Актара ($0,08$ кг/га). За период вегетации в зависимости от сорта проведено до десяти комбинированных обработок против болезней и вредителей. Ботва удалялась химическим способом с применением десиканта Голден Ринг ($2,0$ л/га). Регуляторы роста вносились согласно схеме опыта.

Учеты и наблюдения, проведенные в период вегетации, показали отсутствие симптомов фитофтороза и вирусных болезней независимо от изучаемого сорта. Наличие вирусов не выявлено и в результате тестирования растений на скрытую зараженность методом иммуноферментного анализа.

На основе анализа биометрических показателей установлено, что их значение зависело от сорта, схемы посадки и применяемых регуляторов роста. Высота растений у сорта Першацвет по вариантам опыта находилась в интервале $101-126$ см, при этом количество стеблей на одно растение составляло $1,6-2,1$ шт. (табл. 1).

Детальное рассмотрение данных о влиянии схемы посадки на рост и развитие растений картофеля в вариантах без применения средств химизации (контроль по каждой схеме посадки) показало, что максимальная высота растений 111 см зафиксирована при схеме посадки 30×10 см (33 шт/м²), при этом количество стеблей на одно растение минимально ($1,6$ шт.).

Аналогичные результаты получены и по средним показателям с учетом вариантов с применением регуляторов роста. Если в среднем при схеме посадки 30×10 см высота растений составляла $117,7$ см, то при изменении схемы посадки с целью увеличения площади питания последовательно до 40×10 см и 50×10 см данный показатель уменьшился до $112,3$ и $104,3$ см при росте количества стеблей от $1,8$ до $1,9$ и $2,0$ шт/куст соответственно.

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

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста и схем посадки на биометрические показатели растений картофеля в сооружениях защищенного грунта, среднее за 2022–2023 гг.

Схема посадки (фактор А)	Регулятор роста (фактор В)	Высота растений, см			Количество стеблей, шт/куст		
		всего	± к схеме 30×10 см	± к контролю	всего	± к схеме 30×10 см	± к контролю
Першацвет							
30×10 см 33 шт/м ²	Контроль	111	–	–	1,6	–	–
	Альбит	116	–	+5	1,8	–	+0,2
	Атоник Плюс	126	–	+15	2,0	–	+0,4
<i>Среднее</i>		<i>117,7</i>			<i>1,8</i>		
40×10 см 25 шт/м ²	Контроль	107	–4	–	1,7	+0,1	–
	Альбит	111	–5	+4	1,9	+0,1	+0,2
	Атоник Плюс	119	–7	+12	2,0	0	+0,3
<i>Среднее</i>		<i>112,3</i>	<i>–5,4</i>		<i>1,9</i>	<i>+0,1</i>	
50×10 см 20 шт/м ²	Контроль	101	–10	–	1,9	+0,3	–
	Альбит	103	–13	+2	2,1	+0,3	+0,2
	Атоник Плюс	109	–17	+8	2,1	+0,1	+0,2
<i>Среднее</i>		<i>104,3</i>	<i>–13,4</i>		<i>2,0</i>	<i>+0,2</i>	
НСР _{0,5}		2,53			0,10		
НСР _{0,5} (А)		1,23			0,05		
НСР _{0,5} (В)		1,27			0,05		
Баярски							
30×10 см 33 шт/м ²	Контроль	125	–	–	1,7	–	–
	Альбит	140	–	+15	1,8	–	+0,1
	Атоник Плюс	149	–	+24	2,0	–	+0,3
<i>Среднее</i>		<i>138</i>			<i>1,8</i>		
40×10 см 25 шт/м ²	Контроль	123	–2	–	1,8	+0,1	–
	Альбит	129	–11	+6	1,9	+0,1	+0,1
	Атоник Плюс	139	–10	+16	2,2	+0,2	+0,4
<i>Среднее</i>		<i>130</i>	<i>–8</i>		<i>2,0</i>	<i>+0,2</i>	
50×10 см 20 шт/м ²	Контроль	116	–9	–	1,9	+0,2	–
	Альбит	125	–15	+9	2,1	+0,3	+0,2
	Атоник Плюс	135	–14	+19	2,3	+0,3	+0,4
<i>Среднее</i>		<i>125,0</i>	<i>–13</i>		<i>2,1</i>	<i>+0,3</i>	
НСР _{0,5}		2,16			0,22		
НСР _{0,5} (А)		1,06			0,09		
НСР _{0,5} (В)		1,10			0,12		

Применение регуляторов положительно повлияло как на рост растений, так и на их стеблеобразовательную способность. Высота растений по сравнению с контрольными вариантами увеличилась на 2–15 см, а количество стеблей – на 0,2–0,4 шт/куст.

Наибольший положительный эффект на формирование вегетативной массы данного сорта оказал регулятор роста Атоник Плюс: независимо от схемы посадки отмечена максимальная высота растений 109–126 см и количество стеблей 2,0–2,1 шт/куст, что выше не только сопоставимых контрольных вариантов, но и вариантов с применением регулятора роста Альбит при густоте 33 и 25 шт/м².

Среднеспелый сорт Баярски сформировал более мощную вегетативную массу, высота растений находилась на уровне 116–149 см, количество стеблей 1,7–2,3 шт/куст. При уменьшении густоты посадки до 25 шт/м² высота растений достоверно снижалась на 2–11 см, при дальнейшем изменении плотности посадки (20 шт/м²) высота растений снизилась еще на 4–7 см и не превышала 116–135 см. Количество стеблей с уменьшением

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

плотности посадки, наоборот, росло, и максимальное их количество 1,9–2,3 шт/куст сформировалось при посадке 20 шт/м².

Применение регуляторов роста на среднеспелом сорте Баярскі также положительно сказалось на росте растений. Высота растений увеличилась по сравнению с контрольными вариантами на 6–24 см, количество стеблей – на 0,1–0,4 шт/куст. Максимальный рост анализируемых показателей отмечен в вариантах с применением регулятора роста Атоник Плюс.

Таким образом, независимо от схемы посадки и сорта максимальное положительное влияние на формирование вегетативной массы растений оказало 3-кратное внесение регулятора роста Атоник Плюс (0,2 л/га в фазу 2–3 листа + 0,2 л/га через 14 дней + 0,2 л/га в фазу бутонизации – начала цветения).

Анализ продуктивности растений сорта Першацвет показал, что в среднем за 2022–2023 гг. общий выход клубней с единицы площади составил 114–175 шт., при этом коэффициент размножения в зависимости от варианта колебался от 4,7 до 6,5 (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста и схем посадки на продуктивность оздоровленных растений в сооружениях защищенного грунта, среднее за 2022–2023 гг.

Схема посадки (фактор А)	Регулятор роста (фактор В)	Количество клубней, шт/м ²			Коэффициент размножения		
		всего	± к схеме 30×10 см	± к контролю	всего	± к схеме 30×10 см	± к контролю
Першацвет							
30×10 см 33 шт/м ²	Контроль	156	–	–	4,7	–	–
	Альбит	160	–	+4	4,8	–	+0,1
	Атоник Плюс	175	–	+19	5,3	–	+0,6
<i>Среднее</i>		<i>164</i>			<i>4,9</i>		
40×10 см 25 шт/м ²	Контроль	133	–23	–	5,3	+0,6	–
	Альбит	146	–14	+13	5,8	+1,0	+0,5
	Атоник Плюс	140	–35	+7	5,6	+0,3	+0,3
<i>Среднее</i>		<i>140</i>	<i>–24</i>		<i>5,6</i>	<i>+0,7</i>	
50×10 см 20 шт/м ²	Контроль	114	–42	–	5,7	+1,0	–
	Альбит	130	–30	+16	6,5	+1,7	+0,8
	Атоник Плюс	127	–48	+13	6,4	+1,1	+0,7
<i>Среднее</i>		<i>124</i>	<i>–40</i>		<i>6,2</i>	<i>+1,3</i>	
НСР _{0,5}		2,37			0,23		
НСР _{0,5} (А)		0,94			0,11		
НСР _{0,5} (В)		1,44			0,13		
Баярскі							
30×10 см 33 шт/м ²	Контроль	123	–	–	3,7	–	–
	Альбит	141	–	+18	4,3	–	+0,6
	Атоник Плюс	127	–	+4	3,8	–	+0,1
<i>Среднее</i>		<i>130</i>			<i>3,9</i>		
40×10 см 25 шт/м ²	Контроль	101	–22	–	4,0	+0,3	–
	Альбит	112	–29	+11	4,5	+0,2	+0,5
	Атоник Плюс	108	–19	+7	4,3	+0,5	+0,3
<i>Среднее</i>		<i>107</i>	<i>–23</i>		<i>4,3</i>	<i>+0,4</i>	
50×10 см 20 шт/м ²	Контроль	90	–33	–	4,5	+0,8	–
	Альбит	102	–39	+12	5,1	+0,8	+0,6
	Атоник Плюс	96	–31	+6	4,8	+1,0	+0,3
<i>Среднее</i>		<i>96</i>	<i>–34</i>		<i>4,8</i>	<i>+0,9</i>	
НСР _{0,5}		2,87			0,27		
НСР _{0,5} (А)		1,39			0,12		
НСР _{0,5} (В)		1,56			0,15		

При изменении схемы посадки последовательно с 30×10 см до 40×10 см и впоследствии до 50×10 см количество клубней уменьшалось в среднем по каждой схеме со 164 до 140 и 124 шт/м² соответственно, при этом коэффициент размножения по средним показателям вырос с 4,9 до 5,6 и в итоге при схеме посадки 50×10 см составил 6,2.

Несмотря на относительно низкий коэффициент размножения 4,7–5,3 максимальный выход клубней 156–175 шт/м² обеспечила густота посадки 33 шт/м² (30×10 см).

Оценка эффективности применяемых регуляторов роста показала, что данные препараты положительно влияют на коэффициент размножения и на общее количество клубней.

Однако в зависимости от густоты посадки наблюдалась некоторая специфичность. Так, при посадке растений с густотой 33 шт/м² общее количество клубней (175 шт/м²) и максимальный коэффициент размножения (5,3) получены с применением препарата Атоник Плюс. При изменении густоты посадки максимальное значение анализируемых показателей зафиксировано при использовании регулятора роста Альбит.

Клубнеобразовательная способность сорта Баярскі при аналогичных вариантах опыта была несколько ниже, чем у сорта Першацвет: в среднем коэффициент размножения находился на уровне 3,7–5,1, общее количество клубней – 90–141 шт/м². Максимальный коэффициент размножения в среднем по густоте (4,8) зафиксирован при схеме посадки 50×10 см, но при этом выход клубней минимален – 96 шт/м². Загущение посадки по схеме 30×10 см позволило получить с одного растения в среднем только 3,9 клубня, но увеличило общий выход клубней до 130 шт/м².

Оценка применения регуляторов роста на среднеспелом сорте также свидетельствовала о положительном их влиянии на продуктивность. Наиболее эффективным независимо от схемы посадки оказался регулятор роста Альбит: 2-кратное применение в защищенном грунте (0,05 л/га в фазу смыкания рядков + 0,05 л/га через 10–15 дней) обеспечило получение максимального коэффициента размножения (4,3–5,1) и общий выход клубней 102–141 шт/м², что выше соответствующих контрольных вариантов на 11–18 шт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, для обеспечения максимального выхода оздоровленных клубней с единицы площади в сооружениях защищенного грунта оптимальной схемой посадки оздоровленных растений является схема 30×10 см, обеспечивающая получение с 1 м² у раннеспелого сорта Першацвет в среднем 164 клубня, у среднеспелого сорта Баярскі 130 клубней.

При оценке эффективности изучаемых регуляторов роста выявлена сортовая специфичность. Так, при оптимальной схеме посадки (30×10 см) у раннеспелого сорта Першацвет максимальный выход оздоровленных клубней (175 шт/м²) в сооружениях защищенного грунта обеспечило 3-кратное применение регулятора роста Атоник Плюс (0,2 + 0,2 + 0,2 л/га).

При размножении оздоровленного материала среднеспелого сорта Баярскі при аналогичной схеме посадки максимальный выход оздоровленных клубней (141 шт/м²) получен при 2-кратном внесении регулятора роста Альбит (0,05 + 0,05 л/га).

Список литературы

1. 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. – 43 с.

2. Оздоровленный картофель в пленочных теплицах / С. А. Булдаков, Н. А. Шаклеина, Л. П. Плеханова [и др.] // Картофель и овощи. – 2013. – № 6. – С. 28–29.

3. Банадысев, С. А. Технология производства мини-клубней картофеля: что предпочесть / С. А. Банадысев // Аграрное обозрение. – 2012. – № 6. – С. 20–21.

4. Котова, З. П. Оценка приемов стимуляции ростовых процессов оздоровленного исходного материала картофеля при микроклональной технологии выращивания / З. П. Котова, Л. В. Тимейко // Картофелеводство : сб. науч. тр. – М. : ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемия, 2014. – С. 195–199.

5. Усков, А. И. Биотехнологические основы повышения эффективности воспроизводства исходного материала в оригинальном семеноводстве картофеля : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.05 / Усков Александр Иринархович ; Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – М., 2013. – 44 с.

6. Свист, В. Н. Агротехнические приемы выращивания оздоровленного семенного картофеля в юго-западной части Центрального региона России : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05, 06.01.09 / Свист Виталий Николаевич ; Брянская гос. с.-х. акад. – Брянск, 2009. – 23 с.

7. Эрастова, М. А. Влияние способов получения исходного материала на количественный выход и качество оригинального семенного картофеля в условиях Северо-Западного региона : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Эрастова Марина Александровна ; Всерос. науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха. – М., 2009. – 24 с.

8. Анципович, В. В. Разработка и усовершенствование способов получения оригинального семенного картофеля в Республике Беларусь : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Анципович Владимир Валерьевич ; Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию. – Жодино, 2024. – 26 с.

9. 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. Андриюшина [и др.]. – М., 1967. – 225 с.

10. Методика экологического сортоиспытания : рекомендации / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Самохваловичи, 2019. – 10 с.

11. 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 12.12.2024 г.

N. A. KHOH, M. O. OSOVIK, I. I. SHKLYAR

INFLUENCE OF PLANTING SCHEMES AND GROWTH REGULATORS ON THE PRODUCTIVITY OF POTATO VARIETIES GROWN IN PROTECTED GROUND STRUCTURES

SUMMARY

As a result of the research, it was established that in protected ground structures, under the optimal planting scheme of 30×10 cm, the early-maturing Pershatsvet variety achieved the maximum yield of healthy tubers (175 pcs/m²) with triple application of the growth regulator Atonik Plus. For the Bayarski variety, under the same planting scheme, maximum productivity was achieved with double application of the growth regulator Albit.

Key words: potato; variety; planting scheme; yield; growth regulators; plants.

РАЗДЕЛ 2
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ
И ПЕРЕРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ И ОВОЩЕЙ

УДК 635.21.044:631.532.2.027.2:631.81.095.337

Н. А. Анципович, старший научный сотрудник

О. И. Бобкова, научный сотрудник

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

А. В. Есьман, младший научный сотрудник

А. И. Попкович, старший научный сотрудник

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

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДПОСАДОЧНОЙ
ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ *IN VIVO* КАРТОФЕЛЯ
МИКРОУДОБРЕНИЯМИ В УСЛОВИЯХ
ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА**

РЕЗЮМЕ

*Представлены результаты исследований по применению микроудобрений для обработки корневой системы растений *in vivo* картофеля перед посадкой в торф в условиях защищенного грунта 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 определяет 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 vitro*) сбор клубней даже в лучших случаях не превышает 70–100 шт/м². Поэтому наряду с традиционной технологией выращивания мини-клубней картофеля необходимо использовать современные инновационные технологии, способствующие повышению эффективности семеноводства картофеля.

Использование микроудобрений в современных технологиях производства клубней картофеля 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 картофельных растений способствует хорошей приживаемости и наступлению основных фаз онтогенеза [4, 5]. В этом случае для повышения устойчивости растений картофеля 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 развитие 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 перед высадкой в грунт на приживаемость и урожайность. Основной целью работы являлась оценка влияния способов применения и видов микроудобрений на увеличение количественных показателей урожайности картофеля в условиях защищенного грунта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2022–2024 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 часов 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 (0,3 мл/л);
5. Обработка корней растений путем выдерживания 12 часов 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 исследуемых 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 фунгицидами (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 (Бискария (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 применение корневой обработки микроудобрениями отмечено, что растения картофеля сорта Вектар наиболее восприимчивы к применению Нутриванта плюс картофель, независимо от способа применения превышение контроля составило 6,7 %. У сорта Мастак при 12-часовом замачивании в Нанопланте Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se отмечено незначительное изменение приживаемости, в пределах ошибки опыта (рис. 1).

Анализ данных за 2023–2024 гг. показал, что растения картофеля сорта Мастак оказались наиболее отзывчивы на 12-часовое замачивание корневой системы в растворе микроудобрения Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se. В данном варианте среднее количество прижившихся растений на 4,4 % превышало контрольный вариант. У сорта Вектар применение микроудобрения Нутривант плюс картофель способствовало увеличению приживаемости растений на 6,7 % по отношению к контролю и на 5,0–8,3 % по отношению к другим вариантам в пределах сорта. Растения сорта Лель оказались наиболее восприимчивы к стрессу при пересадке в условия защищенного грунта (рис. 2).

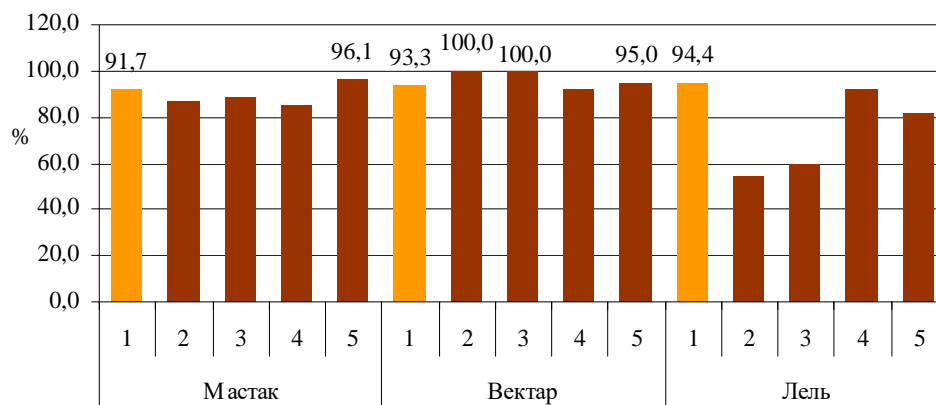


Рисунок 1 – Приживаемость растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2024 г., %:
1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 часов); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 часов)

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

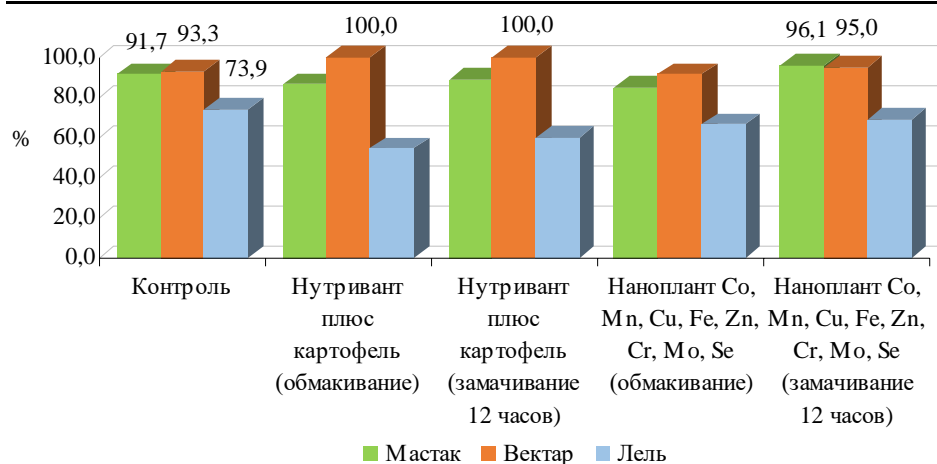


Рисунок 2 – Приживаемость растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2023–2024 гг., %

Данные учета количества продуктивных стеблей за 2023–2024 гг. показали, что *in vivo* растения картофеля 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 – 66,7 % (рис. 3).

При оценке показателя «количество стеблей» в 2024 г. отмечено, что максимальное значение 3,5 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 2,1 раза внутри данного сорта и в 2,5–3,5 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 82,4 %, при обмакивании – на 52,9 %.

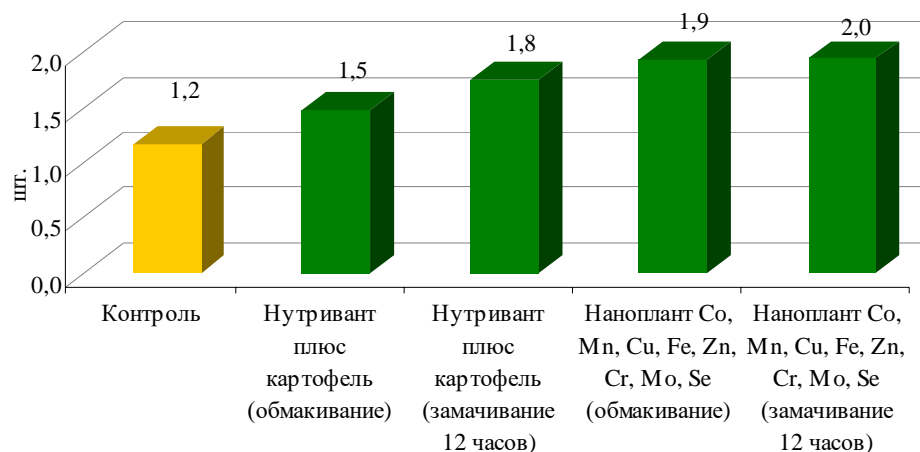


Рисунок 3 – Количество продуктивных стеблей у растений картофеля в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2023–2024 гг., шт.

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

У сортов Вектар и Лель применение изучаемых микроудобрений и способов обработки обеспечило превышение контроля в 1,2–1,4 раза (рис. 4).

Анализ данных за два года показал, что растения сорта Мастак оказались наиболее отзывчивы на применение изучаемых микроудобрений вне зависимости от способа корневой обработки. В среднем за 2 года максимальное количество продуктивных стеблей отмечено в варианте с 12-часовым замачиванием корней растений в растворе с Нутривантом плюс картофель – превышение контроля составило 121,4 %, по отношению к остальным вариантам опыта рост показателя составил 6,8–210,0 %. Предпочтительная обработка Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se обеспечила увеличение количества продуктивных стеблей по сравнению с контролем на 107,1 %, а длительное выдерживание в растворе микроудобрения – 100,0 %. Существенное увеличение количества стеблей на растении отмечено также у сорта Вектар от применения Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se путем обмакивания при посадке – на 54,5 %, при 12-часовом замачивании – 72,7 % (рис. 5).

Коэффициент размножения является одним из основных показателей, определяющих эффективность агротехнических приемов при получении клубней картофеля первого клубневого поколения. Анализ результатов исследований показал эффективность использования микроудобрений для корневой обработки пробирочных растений перед посадкой их в грунт. При оценке двухлетних данных отмечено, что наибольшее значимое превышение контроля обеспечила обработка корней растений картофеля непосредственно перед посадкой в растворе с Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se – 13,4 % (рис. 6).

Результаты оценки данных, полученных за вегетационный период 2024 г. с учетом сортовой отзывчивости на применение изучаемых микроудобрений и способов обработки, показали, что наибольший коэффициент размножения был получен у сорта Мастак – 5,04. Однако превышение контроля в данном варианте составило 5,0 %. Растения картофеля сорта Вектар сформировали на 6,0 % больше клубней по отношению к контролю при посадочной обработке корней Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se и на 19,5 % – при 12-часовом замачивании. Наибольший эффект в процентном

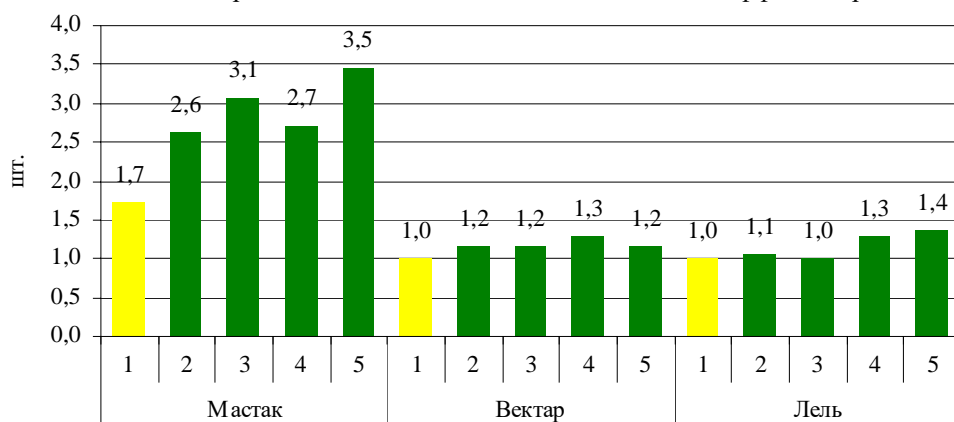


Рисунок 4 – Количество продуктивных стеблей растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2024 г., шт.:

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

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

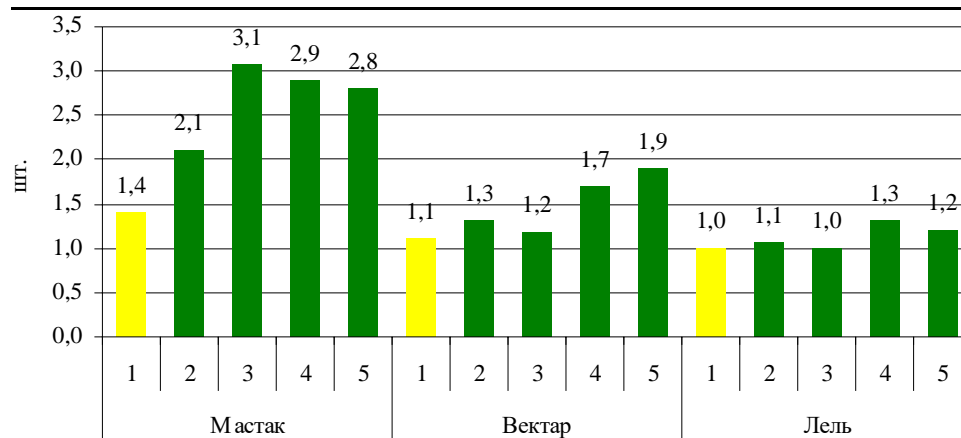


Рисунок 5 – Количество продуктивных стеблей у растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2023–2024 гг., шт.: 1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 часов); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 часов)

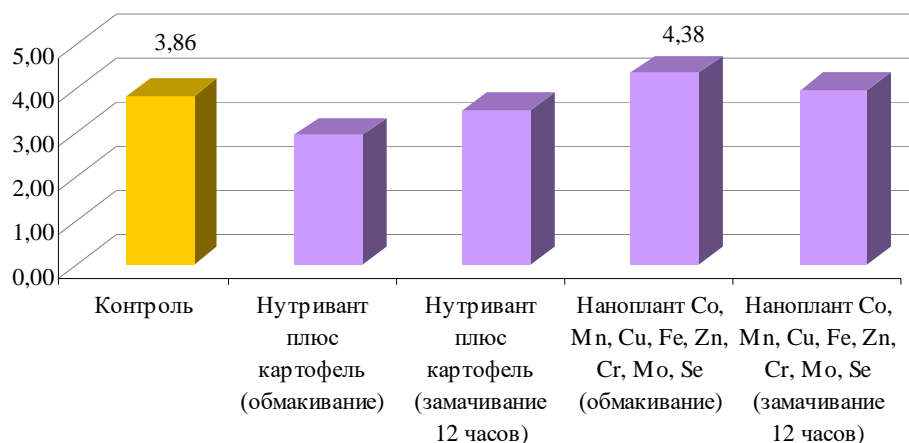


Рисунок 6 – Коэффициент размножения картофеля в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2023–2024 гг.

выражении от применения обработок растений был получен у сорта Лель. Длительное замачивание корневой системы растений в растворе с Нутривантом плюс картофель способствовало росту коэффициента размножения по отношению к контролю на 26,8 %, при обработке непосредственно перед посадкой – на 31,5 %. Выдерживание растений в растворе Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se в течение 12 часов обеспечило прибавку показателя 29,1 %, предпосадочное обмакивание – 68,9 % (рис. 7).

Результаты учета коэффициента размножения в разрезе сортов за 2023–2024 гг. показали, что корневая обработка *in vivo* растений картофеля сортов Вектар и Лель микроудобрением Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se обеспечивает увеличение коэффициента размножения на 20,8–25,0 % по отношению к контролю у сорта Вектар, и у растений сорта Лель при замачивании на 12 часов – на 18,2 %, при обмакивании перед посадкой – на 33,3 % (рис. 8).

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

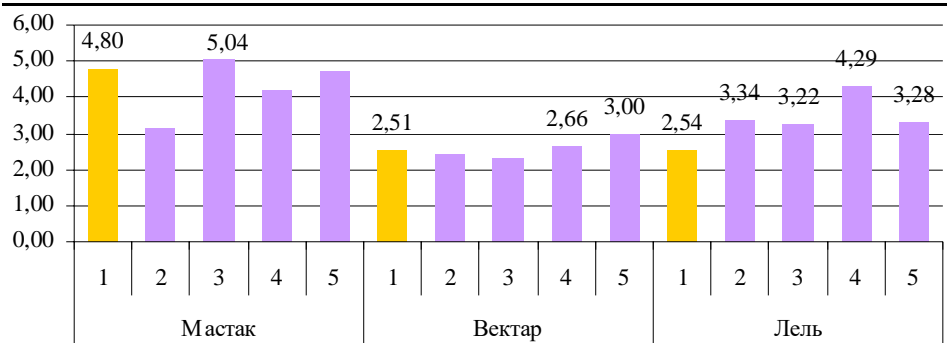


Рисунок 7 – Коэффициент размножения растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2024 гг.:
1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 часов); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 часов)

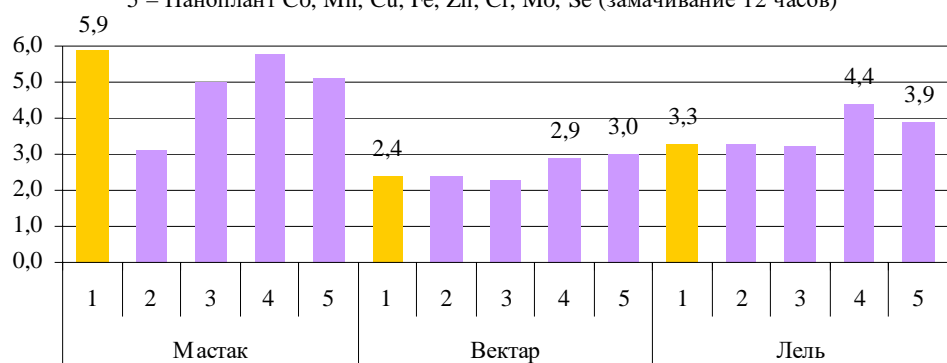


Рисунок 8 – Коэффициент размножения растений картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2023–2024 гг.:
1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 часов); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 часов)

Продуктивность растений картофеля, в том числе и в условиях защищенного грунта, формируется за счет количества образовавшихся клубней и их массы.

По результатам анализа отмечено, что при 12-часовом замачивании корневой системы растений картофеля в растворе Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se превышение контроля по продуктивности составило 3,8 % (рис. 9).

Оценка данного показателя за текущий период с учетом сортовых особенностей показала, что растения картофеля сорта Мастак отреагировали существенным снижением продуктивности при применении микроудобрений, как и в предыдущий период наблюдений. Рост продуктивности растений картофеля сорта Вектар отмечен в варианте с обработкой корней перед посадкой Нутривантом плюс картофель – прибавка к контролю составила 23,9 %. Наиболее эффективными показали себя изучаемые микроудобрения на растениях сорта Лель. Применение Нутриванта плюс картофель обеспечило увеличение продуктивности по отношению к контролю на 39,1–39,7 %, предпосадочная корневая обработка Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se позволила получить на 70,9 % большую массу клубней с куста по сравнению с контролем и на 22,1–22,8 % по сравнению с остальными вариантами в пределах фактора «сорт» (рис. 10).

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

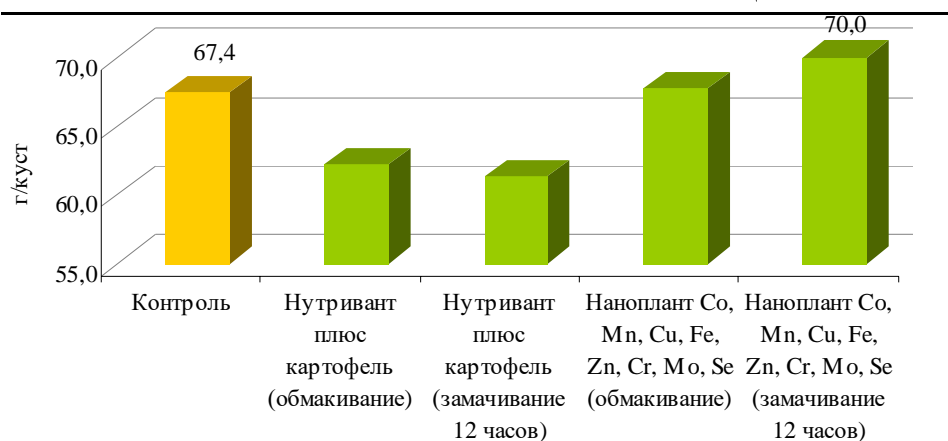


Рисунок 9 – Продуктивность растений картофеля в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2023–2024 гг., г/куст

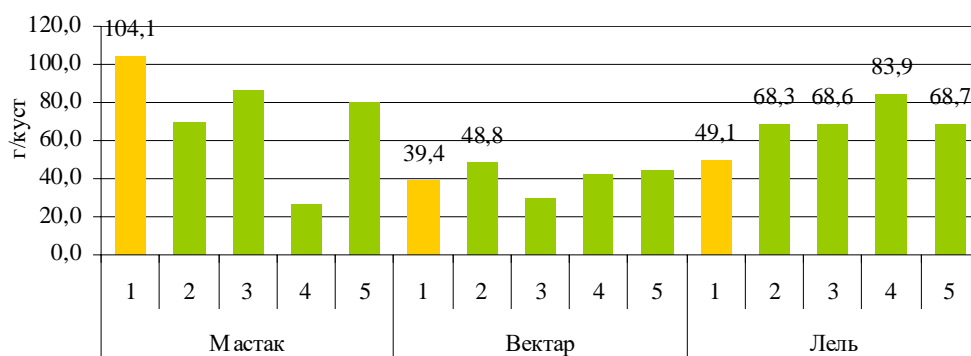


Рисунок 10 – Продуктивность растений картофеля сортов Мастак, Лель и Вектар в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2024 г., г/куст: 1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 часов); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 часов)

Анализ данных за 2023–2024 гг. показал, что у сорта Вектар в варианте с обработкой корней перед посадкой Нутривантом плюс картофель средняя масса клубней с растения увеличилась в 1,4 раза (на 40,6 %). В вариантах с применением Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se также отмечена существенная прибавка к контролю: при обмакивании – на 57,6 %, при замачивании – на 60,2 %. У растений картофеля сорта Лель существенная прибавка продуктивности отмечена в вариантах с применением Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se: при обмакивании – 47,0 %, при 12-часовом замачивании – на 26,2 % по отношению к контролю (рис. 11).

Оценка значений средней массы клубня без учета сортовой реакции показывает, что применение микроудобрений для предпосадочной корневой обработки растений картофеля позволяет получить клубни большей массы, что впоследствии обеспечивает высокую полевую устойчивость к внешним факторам при закладке последующего питомника размножения. Наибольший эффект от применения микроудобрений отмечен при предпосадочной обработке корней растений картофеля Нутривантом плюс картофель – превышение контроля составило 12,7 % (рис. 12).

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

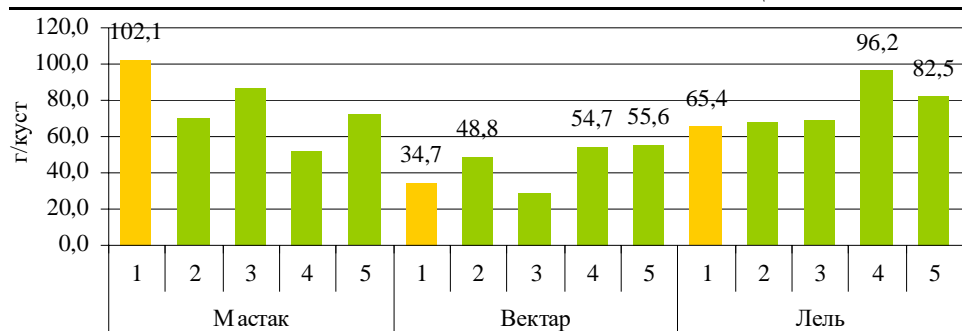


Рисунок 11 – Продуктивность растений картофеля сортов Мастак, Лель и Вектар в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2023–2024 г., г/куст: 1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 часов); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 часов)

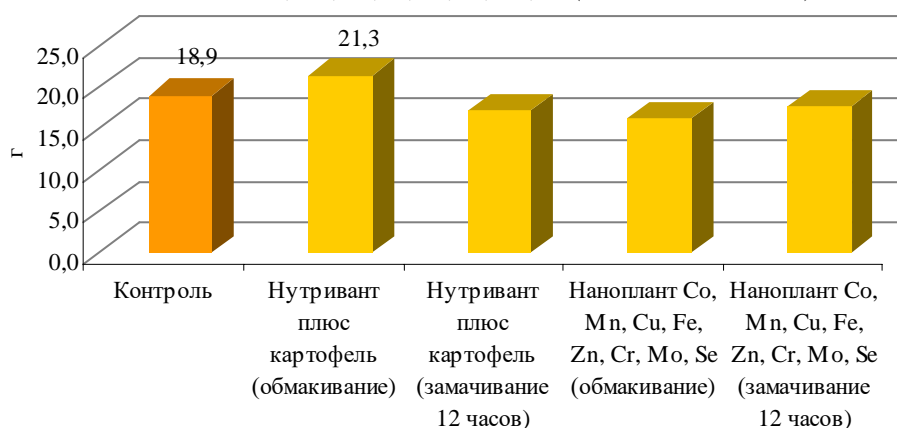


Рисунок 12 – Средняя масса клубня в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2023–2024 г., г

Результаты анализа данных, полученных в 2024 г. в разрезе сортов, указывают на то, что существенную роль на изменение показателя оказывают сортовые особенности растений. Так, у сорта Мастак отмечено существенное снижение массы клубней относительно контроля, только в варианте с обработкой корней Нутривантом плюс картофель непосредственно перед посадкой были получены клубни массой на уровне контроля.

Растения сорта Вектар одинаково положительно отреагировали на использование Нутриванта плюс картофель – превышение контроля составило 26,1 %. Самая высокая прибавка к контролю получена у сорта Лель в вариантах с использованием Нутриванта плюс картофель: при обмакивании – на 33,8 %, при 12-часовом замачивании – на 42,8 %; Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание) – на 48,3 % (рис. 13).

Результаты исследований за 2023–2024 гг. показали, что за два года у растений сорта Мастак в варианте с припосадочной обработкой корней отмечалось превышение контроля по средней массе клубней с куста в среднем на 30,2 %. У сорта Вектар устойчивое по годам превышение контроля отмечено в вариантах с применением Нутриванта плюс картофель независимо от способа обработки – на 38,5 %. В течение двух лет средняя масса клубня растений сорта Лель увеличивалась по отношению к контролю в среднем на 31,2 % в варианте с обработкой корней растений непосредственно перед посадкой Наноплантом Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (рис. 14).

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

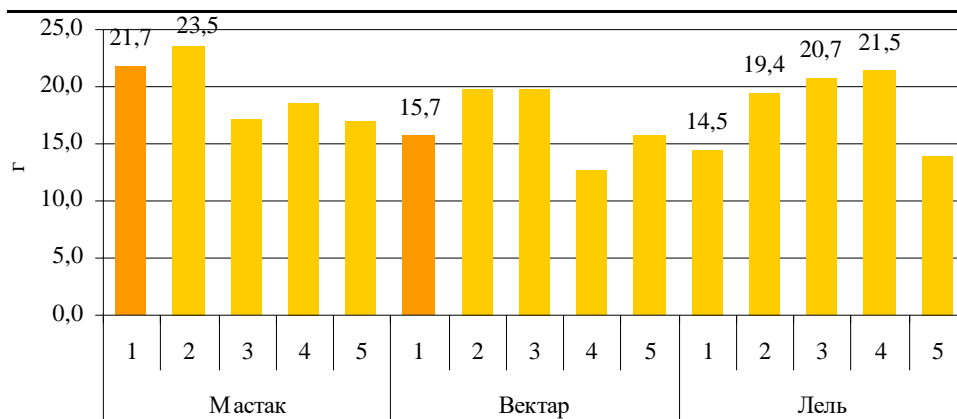


Рисунок 13 – Средняя масса клубня картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2024 г., г:
1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 часов); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 часов)

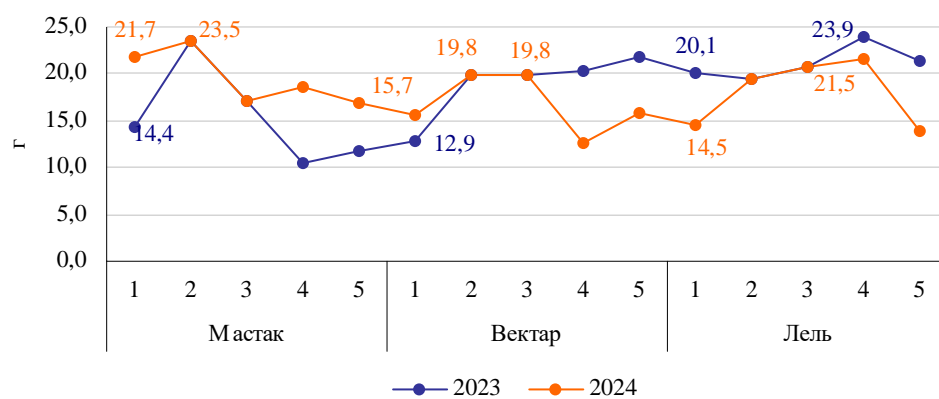


Рисунок 14 – Средняя масса клубня картофеля сортов Мастак, Вектар и Лель в зависимости от способа обработки и применяемых микроудобрений в 2023–2024 г., г:
1 – контроль; 2 – Нутривант плюс картофель (обмакивание); 3 – Нутривант плюс картофель (замачивание 12 часов); 4 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (обмакивание); 5 – Наноплант Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se (замачивание 12 часов)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований отчетного периода установлено, что применение микроудобрений для обработки корневой системы растений *in vivo* перед посадкой в торф в условиях защищенного грунта способствуют 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 Нутриванта плюс картофель и Нанопланта 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 влияния не установлено. На растениях картофеля сортов Лель и Вектар отмечены существенные положительные изменения урожайности. У сорта Вектар отдельные показатели урожайности увеличились на 40,0–53,5 % при

применении Нутриванта плюс картофель, при корневой обработке растений Наноплантом Со, Мп, Су, Fe, Zn, Ст, Мо, Се – 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. – Минск : 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 // Науч. 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 хозяйства 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 12.12.2024 г.

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

EFFECTIVENESS OF PRE-PLANT TREATMENT OF POTATO PLANTS *IN VIVO* WITH MICRONUTRIENTS IN PROTECTED GROUND CONDITIONS

SUMMARY

The results of research on the use of micronutrients for treating the root system of potato plants in vivo before planting in peat under protected ground conditions are presented, focusing on plant survival and yield.

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

УДК 635.21:631.526.32:631.893

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

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

В. А. Сердюков, старший научный сотрудник

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

ВЛИЯНИЕ ДОЗ КОМПЛЕКСНОГО АЗОТНО-ФОСФОРНО-КАЛИЙНОГО УДОБРЕНИЯ МАРКИ 7-20-30 НА УРОЖАЙНОСТЬ, БИОМЕТРИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ СПОСОБЕ ЕГО ВНЕСЕНИЯ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований влияния доз комплексного азотно-фосфорно-калийного удобрения марки 7-20-30 при внесении его локально на биометрические показатели растений (количество стеблей и высота кустов), урожайность и ее структуру, а также биохимические показатели клубней (сухое вещество, крахмал, суммарный белок, витамин С, нитраты). При выращивании картофеля на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве максимальная урожайность отмечена в варианте Фон (40 т/га органических удобрений) + $N_{35+65}P_{100}K_{150}$, которая превышала контрольный вариант (без удобрений) на 21,9 т/га (74,5 %); 15,8 (64,0); 12,3 т/га (43,6 %) по сортам Першацвет, Скарб и Рубин соответственно.

Ключевые слова: картофель; сорт; дозы комплексного удобрения; урожайность; биометрические и биохимические показатели.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель в течение всего периода вегетации требователен к условиям минерального питания, особенно в период интенсивного клубнеобразования. Наиболее активное поступление питательных веществ в растения происходит в фазы бутонизации и цветения. При применении удобрений под картофель необходимо учитывать его сортовые особенности, так как ранние сорта потребляют элементы питания интенсивнее и за более короткий период, чем поздние [1, 2].

В последнее время наряду со стандартными формами минеральных удобрений в технологии возделывания картофеля применяются различные варианты комплексных удобрений, внесение которых обеспечивает при правильной системе их применения более продуктивное усвоение растениями питательных элементов [3–9].

На рынке удобрений представлено много новых форм комплексных минеральных удобрений, в том числе и для картофеля, применение которых взамен простых их форм оправдано с хозяйственной и экономической точек зрения, так как позволяет более равномерно внести питательные вещества в зону клубневого гнезда, снизить уплотненность почвы за счет уменьшения количества проездов техники по полю, уменьшить потребность в технике, а также гарантировать внесение элементов питания

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

в заданном соотношении. Научой и практикой установлено, что отдача от удобрений зависит не только от дозы и соотношения между элементами питания, но и от способа их внесения. Урожайность клубней картофеля в среднем увеличивается на 2–4 т/га при замене разбросного способа локальным, при котором можно получить наибольшую отдачу от внесения удобрений [10–12].

На основании вышеизложенного целью нашей работы было изучить влияние доз комплексного удобрения НРК марки 7-20-30 при локальном способе внесения на урожайность и качество клубней картофеля разных сроков созревания в условиях центральной части Беларуси.

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 2020–2022 гг.

Полевой двухфакторный опыт был заложен по следующей схеме:

Фактор А – сорт:

1. Першацвет;
2. Скарб;
3. Рубин.

Фактор В – дозы удобрения:

- | | |
|--|--|
| 1. Контроль – без удобрений; | 6. Фон + N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀ ; |
| 2. Фон – 40 т/га органических удобрений; | 7. N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀ ; |
| 3. N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀ ; | 8. Фон + N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀ ; |
| 4. Фон + N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀ ; | 9. N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀ ; |
| 5. N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀ ; | 10. Фон + N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀ . |

Пахотный горизонт опытных участков, где проводили агротехнические опыты, характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН почв среднекислые (2 группа), содержание гумуса недостаточное (3 группа), фосфора и калия – от повышенного до высокого (табл. 1).

В данной работе было использовано комплексное, гранулированное (гранулы от светло-серого до красноватого цвета размером до 1 мм – 5 % и 2–5 мм – 95 %), сложно-смешанное, азотно-фосфорно-калийное удобрение (НРК), которое содержит в своем составе главные элементы питания для растений – азот (7 ± 1 %), фосфор (20 ± 1) и калий (30 ± 1 %). Производится методом паровой грануляции. Класс опасности 3 – умеренно опасные. Выпускается на ОАО «Беларуськалий», г. Солигорск (рис. 1).

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного (0–22 см) горизонта почвы опытных участков, 2020–2022 гг.

Показатели	Дерново-подзолистая среднесуглинистая почва
Гумус (по Тюрину), %	1,73–2,00
рН в КС1	4,4–4,8
P ₂ O ₅ (по Кирсанову), мг/кг	205,2–335,0
K ₂ O (по Кирсанову), мг/кг	259,0–334,0



Рисунок 1 – Внешний вид комплексного азотно-фосфорно-калийного удобрения (НРК) марки 7-20-30

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

Предшественник в севообороте – озимый рапс на маслосемена. Удобрение вносили согласно схеме опыта локально картофелесажалкой СК-4, которая одновременно с посадкой картофеля вносит удобрения. Из-за низкого содержания азота (N_7) в вариантах 9 и 10 был добавлен сульфат аммония (N_{65}) для сбалансированности по основным элементам питания. Технология возделывания – общепринятая при выращивании картофеля с шириной междурядий 75 см на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве [13].

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 [14]. Урожайность учитывали в каждой повторности с определением структуры урожая по фракциям [15, 16].

Биохимические показатели клубней: содержание сухого вещества, крахмала определяли термостатно-весовым методом, содержание нитратов – ионоселективным методом, витамина С – по Мурри [17], суммарного белка – реактивом Оранж Ж [18].

Агробиохимический анализ почвы: содержание подвижных форм фосфора и калия устанавливали по Кирсанову, гидролитическую кислотность – по Каппену, рН – метрическим методом, гумус – по Тюрину [17].

Результаты полевых опытов обработаны методом дисперсионного анализа по «Методике полевого опыта» Б. А. Доспехова и программой STATISTICA 10 [19].

Метеорологические условия в годы проведения полевых исследований отличались и были нестабильны в течение вегетационных периодов (рис. 2 и 3).

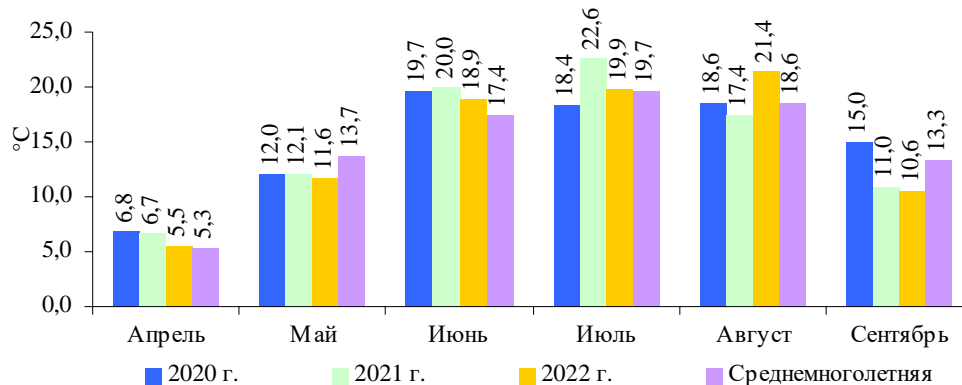


Рисунок 2 – Среднесуточная температура воздуха по месяцам за 2020–2022 гг., °С (агрометеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

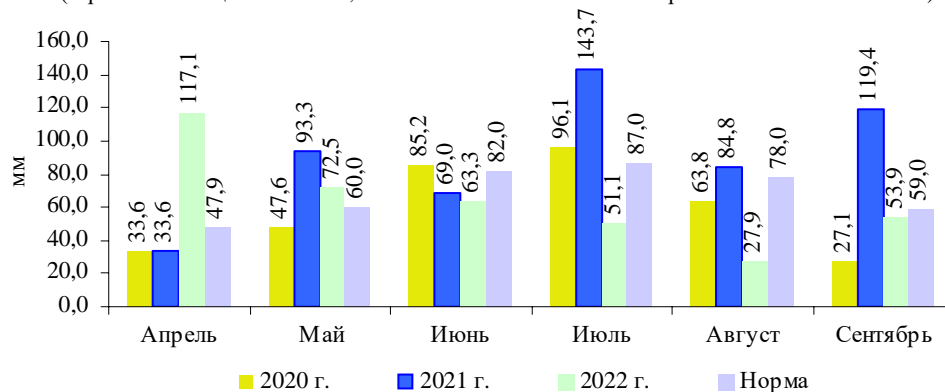


Рисунок 3 – Количество выпавших осадков по месяцам за 2020–2022 гг., мм (агрометеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

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

Весной, в апреле, в период проведения весенне-полевых работ по подготовке почвы к посадке картофеля среднесуточная температура воздуха была выше средне-многолетней (5,3 °С) от 0,2 °С в 2022 г. (5,5 °С) до 1,5 °С (6,8 °С) в 2021 г., составив 6,7 °С в среднем. Осадков в 2020 и 2021 гг. выпало меньше нормы (47,9 мм) на 14,3 мм (33,6 мм), в 2022 г. – 117,1 мм, или 244,5 % от нормы, то есть почва была переувлажненной.

Среднесуточная температура в мае была ниже средне-многолетнего показателя (13,7 °С) в 2020 г. (12,0 °С) и в 2021 г. (12,1 °С), а самый холодный май был в 2022 г. – не выше 11,6 °С. Количество выпавших осадков превысило норму (60 мм) на 33,3 мм в 2021 г. и 12,5 мм в 2022 г. и составило 93,3 и 72,5 мм соответственно. Май 2020 г. был более сухой, осадков выпало 47,6 мм, что составило 79,3 % от нормы. Почва в 2021 и 2022 гг. была в течение всего месяца хорошо увлажненная, в 2020 г. – от слабо до хорошо увлажненной.

В июне 2021 г. среднесуточная температура воздуха была выше средне-многолетней (17,4 °С) на 2,6 °С, составив 20,0 °С, в 2022 г. превышение было на 1,5 °С, в 2020 г. – на 2,3 °С. В июне 2021 и 2022 гг. отмечался дефицит осадков, всего за месяц выпало 69,0 и 63,3 мм соответственно, что составило 84,2 и 77,2 % от нормы (82,0 мм). В 2022 г. было незначительное превышение нормы количества выпавших осадков – 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 средне-многолетней (19,7 °С) и составила 18,4 °С, в 2022 г. – находилась в пределах нормы – 19,9 °С. Существенное превышение было отмечено в 2021 г. – 22,6 °С, что выше средне-многолетней на 2,9 °С. Количество выпавших осадков в июле 2020 г. превысило норму (87,0 мм) на 9,1 мм, в 2021 г. – на 56,7 мм (165,2 %) от нормы. Сухой июль был в 2022 г., всего выпало осадков 58,7 % от нормы. Почва в июле в годы исследований была от слабо до хорошо увлажненной.

В августе 2020 г. среднесуточная температура была на уровне средне-многолетней (18,6 °С), в 2021 г. – ниже на 1,2 °С, а в 2022 г. – выше на 2,8 °С. Осадки выпадали неравномерно по годам, август 2022 г. был сухой, всего за месяц выпало 27,9 мм, или 35,8 % от нормы (78 мм), в 2020 г. – 63,8 мм, или 81,8 % от нормы. Выше нормативного показателя осадков выпало в 2021 г. – 84,8 мм, или 108,2 % от нормы. Почва в августе была от слабо до хорошо увлажненной.

В сентябре 2021 и 2022 гг. среднесуточная температура была ниже средне-многолетней (13,3 °С) на 2,3 и 2,7 °С соответственно, а в 2020 г. – на 1,7 °С выше. Количество выпавших осадков было значительно ниже нормы в 2020 г. – 27,1 мм, или 45,9 % от нормы (59,0 мм) и незначительно ниже – на 5,1 мм в 2022 г. Большое количество выпавших осадков отмечено в сентябре 2021 г. – 119,4 мм, что выше нормы на 60,4 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований отмечено, что максимальная высота растений получена при внесении комплексного минерального удобрения в варианте с дозой Фон + N₃₅₊₆₅P₁₀₀K₁₅₀ и по сортам составила: Першацвет – 61,5 см (+12,3 см), Скарб – 55,4 (+4,8) и Рубин – 77,0 см (+17,6 см) по сравнению с контрольным вариантом. Минимальная высота растений была в варианте с минимальной дозой комплексных удобрений – N₁₄P₄₀K₆₀. Снижение по сортам составило: 6,3 см (Першацвет), 13,3 (Скарб), 12,7 см (Рубин) в сравнении с контрольным вариантом.

Влияние доз внесения комплексного минерального удобрения марки 7-20-30 на биометрические показатели изучаемых сортов картофеля представлено в таблице 2.

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

Таблица 2 – Влияние доз внесения комплексного удобрения марки 7-20-30 на биометрические показатели растений картофеля, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Першацвет		Скарб		Рубин	
	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см
Контроль – без удобрений	4,1	49,2	3,8	50,6	4,9	59,4
Фон – 40 т/га органических удобрений	4,5	57,1	4,0	53,2	5,3	65,1
N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	3,5	42,9	3,7	37,3	5,4	46,7
Фон + N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	3,3	51,2	4,0	45,9	5,3	52,5
N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	3,8	57,5	3,8	40,5	5,1	48,2
Фон + N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	3,8	51,2	4,0	47,3	5,0	54,2
N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	4,2	54,3	3,8	42,6	5,2	49,0
Фон + N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	3,4	49,4	4,2	43,0	5,2	49,5
N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	4,1	59,0	4,4	52,3	5,5	65,0
Фон + N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	4,1	61,5	4,4	55,4	5,2	77,0
НСР ₀₅	Фактор		Количество стеблей		Высота растений	
	А – сорт		0,19		1,07	
	В – дозы удобрения		0,62		2,59	
	Взаимодействие А×В		0,97		6,72	

Из таблицы видно, что количество стеблей по сортам составило: Першацвет – 3,3–4,5 шт/куст, Скарб – 3,7–4,4 и Рубин – 4,9–5,5 шт/куст. У всех изучаемых сортов зависимости количества стеблей от доз внесения комплексного минерального удобрения установлено не было, за исключением вариантов N₁₄P₄₀K₆₀ и Фон + N₁₄P₄₀K₆₀ у сорта Першацвет, где было получено достоверное снижение данного показателя.

Максимальная урожайность отмечена при внесении 40 т/га органических удобрений в сочетании с максимальной дозой комплексного удобрения (Фон + N₃₅₊₆₅P₁₀₀K₁₅₀), которая превышала контрольный вариант на 21,9 т/га (74,5 %); 15,8 (64,0); 12,3 т/га (43,6 %) по сортам Першацвет, Скарб и Рубин соответственно (табл. 3).

Уменьшение дозы удобрения привело к снижению урожайности по всем изучаемым сортам. Минимальная урожайность отмечена в варианте N₁₄P₄₀K₆₀. Прибавка по сравнению с контролем составила у сорта Першацвет – 1,9–3,7 т/га, Скарб – 1,1–3,3, Рубин – 1,6–1,7 т/га. Снижение урожайности по сравнению с вариантом Фон + N₃₅₊₆₅P₁₀₀K₁₅₀ по сортам составило: Першацвет – 20,0 т/га (39,0 %), Скарб – 14,7 (36,3), Рубин – 10,7 т/га (26,4 %). Это можно объяснить уменьшением количества крупной фракции в структуре урожая на 26,3; 15,3; 22,7 % по сортам соответственно.

Увеличение дозы азота с N₃₅ до N₁₀₀ (N₃₅P₁₀₀K₁₅₀ и N₃₅₊₆₅P₁₀₀K₁₅₀), а также Фон + N₃₅P₁₀₀K₁₅₀ и Фон + N₃₅₊₆₅P₁₀₀K₁₅₀ позволило повысить урожайность у сорта Першацвет на 9,2–12,0 т/га (23,8–30,5 %), Скарб – 10,5–10,9 (35,0–41,4), Рубин – 3,8–10,0 т/га (10,4–32,9 %). В структуре урожая отмечено увеличение доли крупной фракции на 2,0–5,3; 6,2–10,5; 10,8–19,8 % по сортам соответственно.

Использование органических удобрений в дозе 40 т/га позволило получить прибавку урожайности 6,9; 5,0 и 8,7 т/га, а в сочетании с различными дозами комплексного удобрения – 0,6–4,3; 2,2–3,6; 0,1–6,4 т/га по сортам Першацвет, Скарб и Рубин соответственно (табл. 4). Окупаемость 1 т органических удобрений составила 172,5 кг клубней (Першацвет), 125,0 (Скарб) и 217,5 кг клубней (Рубин), а при использовании

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

Таблица 3 – Влияние доз внесения комплексного удобрения марки 7-20-30 на урожайность изучаемых сортов картофеля и их структуру, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Першацвет						Скарб						Рубин					
	Общая урожайность, т/га	Структура урожая, %			Товарная урожайность, %	Товарная урожайность, т/га	Общая урожайность, т/га	Структура урожая, %			Товарная урожайность, %	Товарная урожайность, т/га	Общая урожайность, т/га	Структура урожая, %			Товарная урожайность, %	Товарная урожайность, т/га
		> 60 мм	30–60 мм	< 30 мм				> 55 мм	28–55 мм	< 28 мм				> 55 мм	28–55 мм	< 28 мм		
Контроль – без удобрений	29,4	65,6	28,8	5,6	94,4	27,8	24,7	47,3	39,8	12,9	87,1	21,5	28,2	23,2	60,4	14,4	85,6	24,1
Фон – 40 т/га органических удобрений	36,3	64,6	30,6	4,8	95,2	34,6	29,7	50,8	43,0	6,2	93,8	27,9	36,9	48,4	45,3	6,3	93,7	34,6
N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	31,3	47,1	47,8	5,1	94,9	29,7	25,8	41,2	52,2	6,6	93,4	24,1	29,8	27,5	61,9	10,6	89,4	26,6
Фон + N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	33,1	65,0	31,9	3,1	96,9	32,1	28,0	40,7	53,4	5,9	94,1	26,3	29,9	31,9	58,8	9,3	90,7	27,1
N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	40,4	62,6	34,1	3,3	96,7	39,1	26,8	48,2	45,3	6,5	93,5	25,1	31,4	43,9	43,9	12,2	87,8	27,6
Фон + N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	44,7	70,7	25,9	3,4	96,6	43,2	30,4	46,1	51,2	2,7	97,3	29,6	37,8	44,8	49,1	6,1	93,9	35,5
N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	38,7	62,6	33,4	4,0	96,0	37,2	26,5	46,2	47,3	6,5	93,5	24,8	30,4	30,6	59,3	10,1	89,9	27,3
Фон + N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	39,3	68,1	27,6	4,3	95,7	37,6	30,0	50,3	44,8	4,9	95,1	28,5	36,7	39,4	53,1	7,5	92,5	33,9
N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	47,9	64,6	30,4	5,0	95,0	45,5	37,4	56,7	37,5	5,8	94,2	35,2	40,4	50,4	40,9	8,7	91,3	36,9
Фон + N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	51,3	73,4	22,1	4,5	95,5	49,0	40,5	56,5	38,0	5,5	94,5	38,3	40,5	50,2	42,0	7,8	92,2	37,3
НСР ₀₅	Фактор А – сорт	–																
	Фактор В – дозы удобрения	1,29			2,35			Взаимодействие факторов А×В						5,48				

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

Таблица 4 – Прибавка урожайности картофеля в зависимости от доз внесения комплексных удобрений, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Урожай- ность, т/га	Прибавка урожайности, т/га			Окупаемость 1 кг НРК/1 т органических удобрений
		общая	органические удобрения	дозы удобрений	
Першацвет					
Контроль – без удобрений	29,4	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	36,3	6,9	6,9	–	172,5
N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	31,3	1,9	–	1,9	16,7/–
Фон + N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	33,1	3,7	1,8	1,9	32,5/45,0
N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	40,4	11,0	–	11,0	48,2/–
Фон + N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	44,7	15,3	4,3	11,0	67,1/107,5
N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	38,7	9,3	–	9,3	32,6/–
Фон + N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	39,3	9,9	0,6	9,3	34,7/15,0
N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	47,9	18,5	–	18,5	52,9/–
Фон + N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	51,3	21,9	3,4	18,5	62,6/85,0
Скарб					
Контроль – без удобрений	24,7	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	29,7	5,0	5,0	–	125,0
N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	25,8	1,1	–	1,1	9,7/–
Фон + N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	28,0	3,3	2,2	1,1	28,9/55,0
N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	26,8	2,1	–	2,1	9,2/–
Фон + N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	30,4	5,7	3,6	2,1	25,0/90,0
N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	26,5	1,8	–	1,8	6,3/–
Фон + N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	30,0	5,3	3,5	1,8	18,6/87,5
N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	37,4	12,6	–	12,6	36,0/–
Фон + N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	40,5	15,8	3,2	12,6	45,2/80,0
Рубин					
Контроль – без удобрений	28,2	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	36,9	8,7	8,7	–	217,5
N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	29,8	1,6	–	1,6	14,0/–
Фон + N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	29,9	1,7	0,1	1,6	14,9/2,5
N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	31,4	3,2	–	3,2	14,0/–
Фон + N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	37,8	9,6	6,4	3,2	42,1/160,0
N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	30,4	2,2	–	2,2	7,7/–
Фон + N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	36,7	8,5	6,3	2,2	29,8/157,5
N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	40,4	12,2	–	12,2	34,9/–
Фон + N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	40,5	12,3	0,1	12,2	35,2/2,5
НСР ₀₅	Фактор А – сорт	1,29	–		
	Фактор В – дозы удобрения	2,35			
	Взаимодействие А×В	5,48			

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

с комплексным удобрением – 15,0–107,5 кг клубней (Першацвет), 55,0–90,0 (Скарб) и 2,5–160,0 кг клубней (Рубин).

Применение комплексного минерального удобрения позволило получить прибавку урожайности 1,9–18,5 т/га (Першацвет), 1,1–12,6 (Скарб), 1,6–12,2 т/га (Рубин) в зависимости от доз внесения удобрения. Максимальная прибавка у сортов Першацвет и Рубин отмечена в варианте Фон + $N_{35+65}P_{100}K_{150}$, а у сорта Скарб – $N_{35+65}P_{100}K_{150}$.

Окупаемость внесенного комплексного минерального удобрения на фоне 40 т/га органических удобрений 1 кг картофеля в зависимости от дозы по сортам составила: Першацвет – 32,5–67,1; Скарб – 18,6–45,2; Рубин – 14,9–42,1 кг клубней/1 кг д. в. НРК, а без органических удобрений – 16,7–52,9; 6,3–36,0 и 7,7–34,9 кг клубней/1 кг д. в. НРК по сортам Першацвет, Скарб и Рубин соответственно. Максимальная окупаемость отмечена в варианте Фон + $N_{35+65}P_{100}K_{150}$ у сорта Скарб, а у сортов Першацвет и Рубин – в варианте Фон + $N_{28}P_{80}K_{120}$.

Влияние доз комплексного минерального удобрения на биохимические показатели представлено в таблице 5. Увеличение доз азота привело к снижению содержания сухих веществ, а следовательно и крахмала: при минимальной дозе ($N_{14}P_{40}K_{60}$) удобрения данный показатель у сорта Скарб и Рубин был на уровне контрольного варианта, а в оставшихся вариантах с использованием комплексного удобрения – ниже контрольного варианта на 0,8–1,9 % (Скарб) и 0,6–2,6 % (Рубин). Минимальное количество сухих веществ, в том числе и крахмала было установлено в варианте с максимальной дозой удобрений (Фон + $N_{35+65}P_{100}K_{150}$). У раннего сорта Першацвет содержание сухих веществ и крахмала было ниже контрольного варианта на 0,5–1,7 % в зависимости от дозы используемого удобрения.

Применение комплексного удобрения в дозах от $N_{14}P_{40}K_{60}$ до Фон + $N_{35+65}P_{100}K_{150}$ повышало содержание суммарного белка у сорта Скарб от 0,06 до 0,15 %, Рубин – от 0,05 до 0,10, также снижало у сорта Першацвет – от 0,08 до 0,15 %. Использование минимальной дозы $N_{14}P_{40}K_{60}$ привело к увеличению количества суммарного белка на 0,10 % у сорта Першацвет, а также снижению на 0,08 и 0,07 % у сортов Скарб и Рубин соответственно. Максимальное количество суммарного белка у сортов Першацвет и Скарб отмечено в варианте Фон + $N_{28}P_{80}K_{120}$, а у сорта Рубин – Фон + $N_{35}P_{100}K_{150}$, увеличение данного показателя составило 0,12; 0,07 и 0,03 % по сортам соответственно.

Увеличение содержания витамина С у сорта Першацвет отмечено в вариантах $N_{35}P_{100}K_{150}$ (+2,1 мг%) и Фон + $N_{35}P_{100}K_{150}$ (2,5), Скарб – в вариантах с минимальной дозой удобрений $N_{14}P_{40}K_{60}$ (+1,6) и Фон + $N_{14}P_{40}K_{60}$ (2,1), Рубин – только в варианте $N_{14}P_{40}K_{60}$ (+1,9 мг%). Снижение было в варианте Фон + $N_{28}P_{80}K_{120}$ на 1,8 мг% (Першацвет) и 2,1 (Скарб) и в варианте $N_{28}P_{80}K_{120}$ на 1,9 мг% (Скарб). В остальных вариантах показатели были в пределах ошибки опыта или на уровне контрольного варианта.

Снижение дозы азота привело к уменьшению содержания нитратов в клубнях. Применение минимальной дозы удобрений в варианте $N_{14}P_{40}K_{60}$ показало наименьшее содержание нитратов у сорта Першацвет – 134,2 (–43,9) мг/кг сырой массы, Скарб – 98,8 (–48,9) и Рубин – 59,8 (–45,2) мг/кг сырой массы по сравнению с контрольным вариантом. Максимальное содержание нитратов отмечено у раннего сорта – Першацвет – 330,3 мг/кг сырой массы, что выше чем у сорта Скарб на 133,9 мг/кг и у сорта Рубин на 143,6 мг/кг сырой массы при использовании максимальной дозы удобрения (Фон + $N_{35+65}P_{100}K_{150}$).

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

Таблица 5 – Влияние доз внесения комплексного удобрения на биохимические показатели изучаемых сортов картофеля, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Першацвет					Скарб					Рубин				
	Сухие вещества, %	Крахмал, %	Суммарный белок, %	Вита-мин С, мг/%	Нитраты, мг/кг	Сухие вещества, %	Крахмал, %	Суммарный белок, %	Вита-мин С, мг/%	Нитраты, мг/кг	Сухие вещества, %	Крахмал, %	Суммарный белок, %	Вита-мин С, мг/%	Нитраты, мг/кг
Контроль – без удобрений	18,5	12,7	0,95	14,3	178,1	17,9	12,2	0,93	16,5	147,7	19,2	13,4	0,97	15,1	105,0
Фон – 40 т/га органических удобрений	18,0	12,2	0,98	15,0	182,2	17,6	11,9	0,91	15,3	180,1	18,2	12,4	1,00	14,9	125,5
N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	17,2	11,5	1,05	15,3	134,2	17,7	12,1	0,85	18,1	98,8	19,1	13,2	0,90	17,0	59,8
Фон + N ₁₄ P ₄₀ K ₆₀	17,1	11,4	1,04	13,7	233,6	16,9	11,1	0,92	18,6	211,9	18,3	12,5	0,99	16,1	142,6
N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	16,8	11,1	0,97	14,6	191,8	16,8	11,1	0,97	14,6	191,8	18,0	12,2	0,87	15,3	62,7
Фон + N ₂₈ P ₈₀ K ₁₂₀	17,0	11,1	1,07	12,5	221,9	16,6	10,9	1,00	14,4	162,8	17,0	11,4	0,96	15,3	177,4
N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	16,9	11,3	0,90	16,4	189,6	17,1	11,4	0,91	17,5	150,6	18,6	12,8	0,99	15,0	163,3
Фон + N ₃₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	17,2	11,5	1,05	16,8	243,5	17,1	11,4	0,96	16,1	190,9	17,6	11,7	1,00	14,0	203,8
N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	17,4	11,7	0,90	15,0	261,7	17,0	11,2	0,86	17,4	202,3	17,2	11,4	0,95	15,7	163,8
Фон + N ₃₅₊₆₅ P ₁₀₀ K ₁₅₀	17,1	11,3	1,06	14,2	330,3	16,0	10,3	0,91	15,3	193,4	16,6	10,8	0,99	14,8	191,3
A – сорт	0,39	0,39	0,025	0,96	36,99										
В – дозы	0,54	0,53	0,056	1,51	55,28										
НСР ₀₅ удобрений															
Взаимодей-ствие А×В	1,21	1,22	0,098	2,36	118,74										

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по использованию комплексного минерального удобрения марки 7-20-30 локальным способом установлено, что максимальная высота растений получена в варианте Фон + $N_{35+65}P_{100}K_{150}$: +12,3 см (Першацвет), +4,8 (Скарб), +17,6 см (Рубин).

Максимальная прибавка урожайности отмечена в вариантах Фон + $N_{35+65}P_{100}K_{150}$ и $N_{35+65}P_{100}K_{150}$ – 18,5; 12,6; 12,2 т/га у сортов Першацвет, Скарб и Рубин соответственно. Увеличение дозы азота с N_{35} ($N_{35}P_{100}K_{150}$) до N_{100} ($N_{35+65}P_{100}K_{150}$) позволило повысить урожайность у сорта Першацвет на 9,2–12,0 т/га (23,8–30,5 %), Скарб – 10,5–10,8 (35,0–41,4), Рубин – 3,8–10,0 т/га (10,4–32,9 %).

В варианте с минимальной дозой ($N_{14}P_{40}K_{60}$) удобрения содержание сухих веществ, в том числе крахмала у сортов Скарб и Рубин было на уровне контрольного варианта, а минимальное количество было установлено в варианте с максимальной дозой удобрений (Фон + $N_{35+65}P_{100}K_{150}$).

Максимальное количество суммарного белка у сортов Першацвет и Скарб отмечено в варианте Фон + $N_{28}P_{80}K_{120}$, а у сорта Рубин – Фон + $N_{35}P_{100}K_{150}$.

Применение минимальной дозы удобрений в варианте $N_{14}P_{40}K_{60}$ показало наименьшее содержание нитратов у сорта Першацвет – 134,2 (–43,9) мг/кг сырой массы, Скарб – 98,8 (–48,9) и Рубин – 59,8 (–45,2) мг/кг сырой массы по сравнению с контрольным вариантом.

Максимальная окупаемость внесенного комплексного минерального удобрения на фоне 40 т/га органических удобрений 1 кг картофеля отмечена в варианте Фон + $N_{35+65}P_{100}K_{150}$ у сорта Скарб, а у сортов Першацвет и Рубин в варианте Фон + $N_{28}P_{80}K_{120}$ и в зависимости от дозы по сортам составила: Першацвет – 32,5–67,1; Скарб – 18,6–45,2; Рубин – 14,9–42,1 кг клубней/1 кг д. в. NPK, а без органических удобрений – 16,7–52,9; 6,3–36,0 и 7,7–34,9 кг клубней/1 кг д. в. NPK по сортам соответственно.

Список литературы

1. Кинидин, В. В. Особенности питания и удобрения овощных культур и картофеля : учеб. пособие / В. В. Кинидин. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 202 с.
2. Бронштейн, П. М. Влияние новых комплексных удобрений на урожайность отечественных сортов картофеля разной спелости в условиях Северо-Запада РФ / П. М. Бронштейн, А. М. Спиридонов // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и обучающихся : сб. тр. / С.-Петербург. гос. аграр. ун-т. – СПб., 2019. – С. 56–59.
3. 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.
4. Комплексные удобрения : справ. пособие / В. Г. Минеев, В. П. Грызлов, Р. И. Синдякина [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 252 с.
5. Применение минеральных удобрений, модифицированных мезо- и микроэлементами, под картофель : рекомендации / А. В. Коршунов, Л. С. Федотова, А. Х. Абазов, М. Ю. Гаитов. – М. : Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва, 2002. – 42 с.
6. Комплексные удобрения для сельскохозяйственных культур: перспективные разработки / В. В. Лапа, Г. В. Пироговская, Н. Ю. Жабровская, П. И. Шкуринов // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1 (42). – С. 244–248.

7. Хох, Н. А. Влияние различных уровней органо-минерального питания и ширины междурядий на продуктивность картофеля / Н. А. Хох, Д. В. Климентьева // Современные технологии сельскохозяйственного производства : материалы XII Международного науч.-практ. конф. / Гродненский гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2009. – С. 251–252.
8. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, О. И. Мишура, А. А. Цыганова. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 293 с.
9. Применение новых форм комплексных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры : рекомендации / Г. В. Пироговская, В. В. Лапа, И. М. Богдевич [и др.]. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 48 с.
10. Локальное внесение минеральных удобрений эффективнее разбросного / Э. А. Шабанов, А. И. Киселев, Г. И. Филиппова [и др.] // Картофель и овощи. – 2011. – № 6. – С. 13–14.
11. Рылко, В. А. Оценка эффективности новых форм комплексных удобрений в посадках картофеля / В. А. Рылко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 26–27 янв. 2022 г. / Беларус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: А. С. Мастеров [и др.]. – Горки : БГСХА, 2022. – С. 230–233.
12. Рыбаченок, В. П. Влияние различных форм комплексных удобрений и способов их внесения на урожайность и качество клубней картофеля / В. П. Рыбаченок, В. А. Рылко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 26–27 янв. 2022 г. / Беларус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: А. С. Мастеров [и др.]. – Горки : БГСХА, 2022. – С. 226–229.
13. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Беларус. наука, 2005. – 460 с.
14. 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.
15. Методика исследований по культуре картофеля / Науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва ; редкол.: Н. А. Андрюшина [и др.]. – М. : [б. и.], 1967. – 265 с.
16. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во сельского хоз-ва Респ. Беларусь ; разработ.: С. А. Банадысев [и др.]. – Минск : [б. и.], 2003. – 71 с.
17. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков [и др.] ; под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Агропромиздат, 1987. – 512 с.
18. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош [и др.] ; под ред. А. И. Ермакова. – М. : Колос, 1987. – 456 с.
19. 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 19.12.2024 г.

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

**INFLUENCE OF THE DOSES OF COMPLEX NITROGEN-
PHOSPHORUS-POTASSIUM FERTILIZER 7-20-30 ON THE YIELD,
BIOMETRIC AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF POTATO
CULTIVARS WITH LOCAL APPLICATION**

SUMMARY

The results of research on the effect of doses of complex nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer 7-20-30 applied locally on the biometric indicators of plants (stem count and bush height), yield and its structure, as well as the biochemical indicators of tubers (dry matter, starch, total protein, vitamin C, nitrates) are presented. When growing potatoes on sod-podzolic medium-loamy soil, the highest yield was observed in the treatment with Fon variant (40 t/ha organic fertilizers) + $N_{35+65}P_{100}K_{150}$, which exceeded the control variant (no fertilizers) by 21.9 t/ha (74.5 %), 15.8 t/ha (64.0 %); 12.3 t/ha (43.6 %) for the varieties Pershatsvet, Skarb, and Rubin, respectively.

Key words: potato; variety; doses of complex fertilizer; yield; biometric and biochemical indicators.

УДК 635.21:631.816.3(476)

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

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

В. А. Сердюков, старший научный сотрудник

В. Д. Тараканова, младший научный сотрудник

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕСЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ЛОКАЛЬНЫМ И РАЗБРОСНЫМ СПОСОБАМИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ В БЕЛАРУСИ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований влияния видов и способов внесения минеральных удобрений при выращивании сортов картофеля Першацвет, Скарб, Рубин на биометрические показатели (высоту растений, количество стеблей), урожайность, а также биохимические показатели (сухое вещество, крахмал, суммарный белок, витамин С, нитраты). Внесение удобрений локально и вразброс позволило повысить урожайность на 10,4–20,1 т/га (Першацвет), 9,0–14,4 (Скарб) и 7,9–12,6 т/га (Рубин). Применение удобрений локальным способом увеличило урожайность на 3,1–3,7 т/га (Першацвет), 2,2–5,3 (Скарб) и 1,7–4,0 т/га (Рубин) по сравнению с разбросным.

Ключевые слова: картофель; сорт; минеральные удобрения; способ внесения; урожайность; биометрические и биохимические показатели.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур разностороннего использования. Он является как столовой культурой, так и сырьем для промышленности, возделывается во всех областях республики. Клубни картофеля в зависимости от сорта содержат до 35 % сухого вещества, до 29 – крахмала, до 2 % белка. Ценность картофеля в том, что он содержит все 8 незаменимых для человека и животных аминокислот [1, 2].

Изучение влияния способов внесения минеральных удобрений на урожайность имеет большое практическое значение. Зная оптимальные параметры их внесения и наиболее эффективные формы удобрений для применения в конкретных условиях, можно добиться увеличения урожая при меньших экономических затратах. Научкой и практикой установлено, что отдача от удобрений зависит не только от дозы и соотношения между элементами питания, но и от способа их внесения.

При возделывании картофеля по интенсивным технологиям все шире применяются приемы локального внесения минеральных удобрений. При этом исключаются многие недостатки, присущие разбросному способу, так как туки размещаются

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

на заданной глубине во влагообеспеченном слое почвы с ориентацией относительно корневой системы растений, а также создаются более благоприятные возможности для рационального использования элементов питания и повышения их эффективности [3]. Растения быстрее развивают мощную корневую систему и надземную массу, что обуславливает устойчивость их к неблагоприятным условиям возделывания. Использование этого способа внесения удобрений по сравнению с разбросным способствует сокращению числа проходов агрегатов по полю и снижению расхода удобрений на 25–50 %, позволяет увеличить урожай картофеля на 2,5–5,0 т/га [4–7].

Результаты исследований А. Э. Шабанова и др. [8] свидетельствуют о том, что локальное внесение удобрений по сравнению с разбросным увеличило урожайность изучаемых сортов на 2,1–3,4 т/га, или 8,3–14,7 %. При локальном внесении удобрений повышается товарность клубней, содержание крахмала и витамина С в них, снижается себестоимость продукции по сравнению с разбросным способом [9–11].

Цель нашей работы – определить влияние способов внесения и видов минеральных удобрений на урожайность и биохимические показатели клубней продовольственного картофеля, выращенного на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в центральной зоне республики.

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 2020–2022 гг. Полевой трехфакторный опыт был заложен по следующей схеме:

Пахотный горизонт опытных участков, где проводили агротехнические опыты, характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН почв среднекислые (2 группа), содержание гумуса недостаточное (3 группа), фосфора и калия – от повышенного до высокого (табл. 1).

Фактор А – сорт: Фактор В – способ внесения: Фактор С – вид удобрения:
1. Першацвет; 1. Вразброс; 1. Контроль – без удобрений;
2. Скарб; 2. Локально. 2. СТФ (стандартные формы удобрений);
3. Рубин. 3. АФК марки 7-20-30;
 4. КГУ ИПАН марки 1 : 1 : 1,5.

В данной работе было использовано комплексное, гранулированное (гранулы от светло-серого до красноватого цвета размером до 1 мм – 5 % и 2–5 мм – 95 %), сложно-смешанное, азотно-фосфорно-калийное удобрение (НРК), которое содержит в своем составе главные элементы питания для растений – азот (7 ± 1 %), фосфор (20 ± 1) и калий (30 ± 1 %). Производится методом паровой грануляции. Класс опасности 3 – умеренно опасные. Выпускается на ОАО «Беларуськалий», г. Солигорск (рис. 1).

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного (0–22 см) горизонта почвы опытных участков, 2020–2022 гг.

Показатели	Дерново-подзолистая среднесуглинистая почва
Гумус (по Тюрину), %	1,73–2,00
рН в КСИ	4,4–4,8
P ₂ O ₅ (по Кирсанову), мг/кг	205,2–335,0
K ₂ O (по Кирсанову), мг/кг	259,0–334,0

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

Удобрение комплексное органоминеральное гранулированное пролонгированного действия КГУ ИПАН марки 1 : 1 : 1,5 состоит из торфа 30–50 % и минеральных удобрений 50–70 % ($N - 9-11\%$; $P_2O_5 - 9-11\%$; $K_2O - 13,5-16,5\%$). Представляет собой твердые, рассыпчатые, округлые гранулы от темно-серого до черного цвета диаметром 3–5 мм. Применяется на всех типах почв. Главной особенностью гранул КГУ ИПАН является постепенное, медленное растворение питательных веществ. Это позволяет растениям получать полноценное питание в течение всего периода вегетации, при этом потери от вымывания компонентов сводятся к минимуму. Производитель – филиал «Экспериментальная база Свислочь» ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», выпускается в г. п. Свислочь (рис. 2).

Из СТФ (стандартных форм удобрений) применялись азотное – сульфат аммония (N_{21}), фосфорное – аммофос (N_9P_{35}), калийное – хлористый калий (K_{60}).

Предшественник в севообороте – озимый рапс на маслосемена. Удобрения вносили в дозе $N_{100}P_{100}K_{150}$ согласно схеме опыта сажалкой СК-4. Из-за низкого содержания азота (N_7) в АФК марки 7-20-30 был добавлен сульфат аммония (N_{65}) для сбалансированности по азотному питанию. Технология возделывания – общепринятая при выращивании картофеля с шириной междурядий 75 см на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве [12].

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 [13]. Урожайность учитывали в каждой повторности с определением структуры урожая по фракциям [14, 15].

Биохимические показатели клубней: содержание сухого вещества, крахмала определяли термостатно-весовым методом, содержание нитратов – ионоселективным методом, витамина С – по Мурри [16], суммарного белка – реактивом Оранж Ж [17].

Агрохимический анализ почвы: содержание подвижных форм фосфора и калия устанавливали по Кирсанову, гидролитическую кислотность – по Каппену, pH – метрическим методом, гумус – по Тюрину [16].

Результаты исследований полевых опытов обработаны методом дисперсионного анализа по «Методике полевого опыта» Б. А. Доспехова и программой STATISTICA 10 [18].

Метеорологические условия в годы проведения полевых исследований отличались и были нестабильны в течение вегетационных периодов (рис. 3 и 4).

Весной, в апреле, в период проведения весенне-полевых работ по подготовке почвы к посадке картофеля среднесуточная температура воздуха была выше



Рисунок 1 – Внешний вид комплексного азотно-фосфорно-калийного удобрения (NPK) марки 7-20-30



Рисунок 2 – Внешний вид КГУ ИПАН марки 1 : 1 : 1,5

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

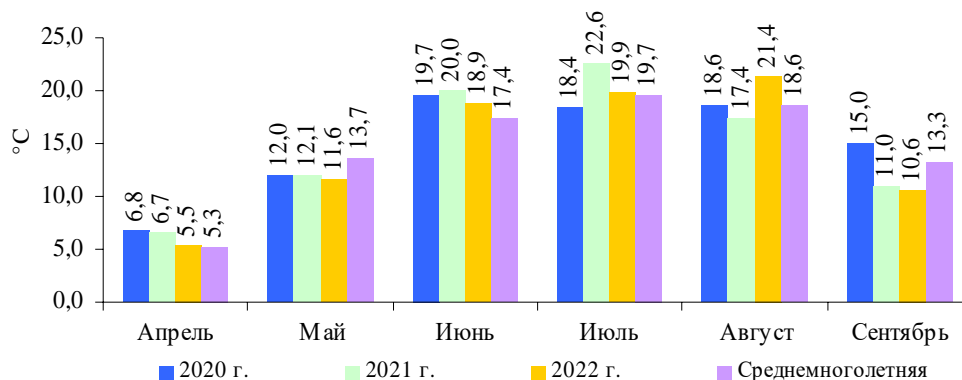


Рисунок 3 – Среднесуточная температура воздуха по месяцам за 2020–2022 гг., °С (агрометеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

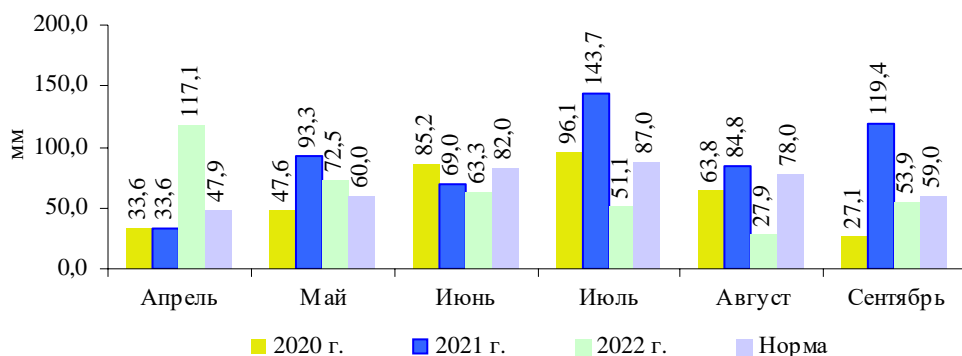


Рисунок 4 – Количество осадков по месяцам за 2020–2022 гг., мм (агрометеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

среднемесячной (5,3 °С) от 0,2 °С в 2022 г. (5,5 °С) до 1,5 °С (6,8 °С) в 2021 г., составив 6,7 °С в среднем. Осадков в 2020 и 2021 гг. выпало меньше нормы (47,9 мм) на 14,3 мм (33,6 мм), в 2022 г. – 117,1 мм, или 244,5 % от нормы, то есть почва была переувлажненной.

Среднесуточная температура в мае была ниже среднемесячного показателя (13,7 °С) в 2020 г. (12,0 °С) и в 2021 г. (12,1 °С), а самый холодный май был в 2022 г. – не выше 11,6 °С. Количество выпавших осадков превысило норму (60 мм) на 33,3 мм в 2021 г. и 12,5 мм в 2022 г. и составило 93,3 и 72,5 мм соответственно. Май 2020 г. был более сухой, осадков выпало 47,6 мм, что составило 79,3 % от нормы. Почва в 2021 и 2022 гг. была в течение всего месяца хорошо увлажненная, в 2020 г. – от слабо до хорошо увлажненной.

В июне 2021 г. среднесуточная температура воздуха была выше среднемесячной (17,4 °С) на 2,6 °С, составив 20,0 °С, в 2022 г. превышение было на 1,5 °С, в 2020 г. – на 2,3 °С. В июне 2021 и 2022 гг. отмечался дефицит осадков, всего за месяц выпало 69,0 и 63,3 мм соответственно, что составило 84,2 и 77,2 % от нормы (82,0 мм). В 2022 г. было незначительное превышение нормы количества выпавших осадков – 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 среднемесячной (19,7 °С) и составила 18,4 °С, в 2022 г. – находилась в пределах нормы – 19,9 °С. Существенное превышение было отмечено в 2021 г. – 22,6 °С, что выше среднемесячной на 2,9 °С. Количество выпавших осадков в июле 2020 г. превысило норму

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

(87,0 мм) на 9,1 мм, в 2021 г. – на 56,7 мм (165,2 %) от нормы. Сухой июль был в 2022 г., всего выпало осадков 58,7 % от нормы. Почва в июле в годы исследований была от слабо до хорошо увлажненной.

В августе 2020 г. среднесуточная температура была на уровне среднемноголетней (18,6 °С), в 2021 г. – ниже на 1,2 °С, а в 2022 г. – выше на 2,8 °С. Осадки выпадали неравномерно по годам, август 2022 г. был сухой, всего за месяц выпало 27,9 мм, или 35,8 % от нормы (78 мм), в 2020 г. – 63,8 мм, или 81,8 % от нормы. Выше нормативного показателя осадков выпало в 2021 г. – 84,8 мм, или 108,2 % от нормы. Почва в августе была от слабо до хорошо увлажненной.

В сентябре 2021 и 2022 гг. среднесуточная температура была ниже среднемноголетней (13,3 °С) на 2,3 и 2,7 °С соответственно, а в 2020 г. – на 1,7 °С выше. Количество выпавших осадков было значительно ниже нормы в 2020 г. – 27,1 мм, или 45,9 % от нормы (59,0 мм) и незначительно ниже – на 5,1 мм в 2022 г. Большое количество выпавших осадков отмечено в сентябре 2021 г. – 119,4 мм, что выше нормы на 60,4 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований установлено, что использование удобрений увеличило высоту растений у сортов Першацвет – на 13,7–19,0 см, Рубин – 9,9–13,9 см, у сорта Скарб достоверного увеличения высоты растений не получено. При внесении удобрений локальным способом в сравнении с разбросным было отмечено увеличение высоты растений при использовании СТФ на 5,3 см у сорта Першацвет, КГУ ИПАН – на 7,0 см у сорта Скарб, а у сорта Рубин отмечено снижение на 8,3 см при использовании АФК и на 3,6 см – КГУ ИПАН. Применение АФК привело к уменьшению высоты растений на 8,0 см у сорта Рубин по сравнению с внесением СТФ, а при использовании КГУ ИПАН достоверного увеличения и снижения, как и в большинстве вариантов опыта, отмечено не было (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние доз и способов применения минеральных удобрений на биометрические показатели растений картофеля, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Першацвет		Скарб		Рубин	
	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см
Контроль – без удобрений	4,1	42,9	3,8	50,6	4,9	59,4
Вразброс						
СТФ	4,6	56,6	4,0	54,9	5,9	73,3
АФК 7-20-30	4,5	60,5	4,1	54,0	5,7	73,3
КГУ ИПАН (1 : 1 : 1,5)	4,2	58,8	4,1	49,4	5,2	72,9
Локально						
СТФ	4,1	61,9	4,1	55,4	5,8	73,0
АФК 7-20-30	4,1	59,0	4,4	52,3	5,5	65,0
КГУ ИПАН (1 : 1 : 1,5)	4,0	57,2	4,5	56,4	5,4	69,3
НСР ₀₅	Фактор		Количество стеблей		Высота растений	
	А – сорт		0,19		1,87	
	В – способ внесения		0,27		3,00	
	С – вид удобрения		0,52		5,53	
	Взаимодействие А×В×С		0,77		8,48	

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

Локальный способ внесения минеральных удобрений оказал влияние на увеличение количества стеблей у сорта Скарб на 0,3 шт/куст (СТФ), 0,6 (АФК) и 0,7 шт/куст (КГУ ИПАН), у сорта Рубин – на 0,9 шт/куст (СТФ), 0,6 (АФК) и 0,5 шт/куст (КГУ ИПАН), а у сорта Першацвет зависимости не было установлено по сравнению с контрольным вариантом. При сравнении локального способа с разбросным, данный показатель снижался на 0,5 шт/куст (СТФ) и 0,4 шт/куст (АФК) у сорта Першацвет, увеличивался на 0,3 шт/куст (АФК) и 0,4 шт/куст (КГУ ИПАН) у сорта Скарб, а у сорта Рубин по данному показателю зависимости не было отмечено. Влияние способов внесения и видов удобрений на урожайность и ее структуру представлено в таблице 3.

Проанализировав данные по урожайности изучаемых сортов, следует отметить, что внесение удобрений позволило ее повысить на 10,4–20,1 т/га (Першацвет), 9,0–14,4 (Скарб) и 7,9–12,6 т/га (Рубин) по сравнению с контролем. Внесение удобрений локальным способом позволило увеличить урожайность у изучаемых сортов на 3,1–3,7 т/га (Першацвет), 2,2–5,3 (Скарб) и 1,7–4,0 т/га (Рубин) по сравнению с разбросным. Следует отметить, что при использовании СТФ удобрений локальным способом была установлена самая низкая прибавка урожая по всем сортам, которая изменялась от 0,1 т/га (Рубин) до 3,1 т/га (Першацвет). Следовательно, для формирования урожая картофеля при использовании локального способа внесения наиболее предпочтительно применение комплексных удобрений, нежели СТФ.

При сравнении используемых комплексных удобрений с СТФ отмечено, что максимальное влияние на урожайность оказало внесение КГУ ИПАН – увеличение составило 4,0; 3,2; 4,6 т/га по сортам Першацвет, Скарб и Рубин соответственно.

При локальном способе внесения минеральных удобрений отмечено существенное увеличение выхода крупной фракции клубней у сорта Першацвет при использовании АФК (5,5 %), Скарб и Рубин – КГУ ИПАН (9,1 и 15,1 % соответственно). Максимальное количество крупной фракции у сортов Першацвет, Скарб и Рубин отмечено при внесении АФК 7-20-30 как вразброс – 65,6; 56,1 и 52,4 %, так и локально – 71,1; 56,7 и 50,4 % соответственно.

Влияние видов и способов внесения удобрений на биохимические показатели клубней изучаемых сортов картофеля представлено в таблице 4. В результате проведенных исследований установлено, что использование минеральных удобрений привело к снижению сухого вещества от 0,3 % (Скарб) до 2,3 % (Рубин), соответственно и крахмала, увеличению витамина С на 1,9–2,8 мг% (Скарб), нитратов на 111,8–163,3 мг/кг (Першацвет), 108,7–153,2 (Скарб), 104,0–142,7 мг/кг (Рубин), а по содержанию суммарного белка отмечено как снижение на 0,02–0,04 % (Скарб), так и увеличение на 0,03–0,12 % (Рубин).

При изучении влияния способа внесения удобрений на биохимические показатели следует отметить, что локальное их использование у сорта Першацвет снизило содержание в клубнях сухого вещества и крахмала на 0,6 % (АФК 7-20-30), количество суммарного белка возрастало от 0,03 % (КГУ ИПАН) до 0,05 % (СТФ), не наблюдалось достоверного увеличения витамина С. Содержание нитратов увеличилось на 51,5 мг/кг (СТФ) и 57,6 мг/кг (КГУ ИПАН). У сорта Скарб при локальном внесении удобрений снижалось количество сухого вещества и крахмала на 0,4 % (КГУ ИПАН), увеличивалось содержание суммарного белка от 0,04 % (КГУ ИПАН) до 0,08 % (СТФ), количество витамина С – на 2,5 мг% (СТФ), нитратов – от 35,9 мг/кг (АФК 7-20-30) до 45,0 мг/кг (КГУ ИПАН). У сорта Рубин содержание сухого вещества и крахмала как повышалось от 0,4 % (СТФ) до 0,7 % (КГУ ИПАН), так и снижалось на 0,9 % (АФК 7-20-30), количество суммарного белка уменьшилось на 0,05 % (СТФ), по содержанию витамина С

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

Таблица 3 – Влияние способов применения и видов минеральных удобрений на урожайность изучаемых сортов картофеля и их структуру, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Вразброс				Локально				
	Общая урожайность, т/га	Структура урожая, %		Товарная урожайность, т/га	Товарность, %	Структура урожая, %		Товарность, %	Товарная урожайность, т/га
		> 60 мм	30–60 мм			< 30 мм	< 30 мм		
Першацвет									
Контроль – без удобрений	29,4	65,3	28,2	6,5	93,5	27,5	–	–	–
СТФ	42,4	64,5	32,4	3,1	96,9	41,1	65,9	30,3	3,7
АФК 7-20-30	44,7	65,6	28,8	5,6	94,4	42,2	71,1	26,1	2,8
КГУ ИШАН 1 : 1 : 1,5	45,8	61,7	34,6	3,7	96,3	44,1	64,6	30,4	5,0
Скарб									
Контроль – без удобрений	24,7	47,3	39,8	12,9	87,1	21,5	–	–	–
СТФ	33,7	49,3	43,6	7,1	92,9	31,3	51,8	42,7	6,5
АФК 7-20-30	37,3	56,1	36,9	7,0	93,0	34,7	56,7	37,5	5,8
КГУ ИШАН 1 : 1 : 1,5	33,8	41,5	48,6	9,9	90,1	30,5	50,6	45,9	3,5
Рубин									
Контроль – без удобрений	28,2	23,2	60,4	14,4	85,6	24,1	–	–	–
СТФ	36,1	49,3	43,6	7,1	92,9	33,5	46,1	50,5	3,4
АФК 7-20-30	38,7	52,4	39,4	8,2	91,8	36,2	50,4	40,9	8,7
КГУ ИШАН 1 : 1 : 1,5	36,8	26,4	53,1	20,5	79,5	29,3	41,5	50,7	7,8
НСР ₀₅	Фактор А – сорт	1,29							
	Фактор В – способ внесения	1,41							
	Фактор С – вид удобрения	3,74							
	Взаимодействие А×В×С	5,48							

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

Таблица 4 – Влияние способов применения и видов минеральных удобрений на биохимические показатели клубней изучаемых сортов картофеля, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант	Вразброс				Локально					
	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Суммарный белок, %	Витамин С, мг/%	Нитраты, мг/кг	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Суммарный белок, %	Витамин С, мг/%	Нитраты, мг/кг
Першацвет										
Контроль – без удобрений	18,5	12,7	0,95	14,3	178,1			–		
СТФ	17,8	12,0	0,96	14,8	289,9	17,8	12,1	1,01	15,0	341,4
АФК 7-20-30	17,4	11,7	0,94	15,5	244,2	16,8	11,1	0,93	15,1	242,0
КУ ИШАН 1 : 1 : 1,5	18,3	12,4	0,97	13,6	197,4	18,3	12,4	1,00	13,7	235,0
Скарб										
Контроль – без удобрений	17,9	12,2	0,93	16,5	147,7			–		
СТФ	17,4	11,7	0,89	18,5	256,4	17,5	11,8	0,97	16,0	300,9
АФК 7-20-30	17,0	11,6	0,90	18,4	242,4	17,1	11,7	0,88	17,4	206,5
КУ ИШАН 1 : 1 : 1,5	17,6	12,0	0,91	19,3	185,1	17,2	11,7	0,95	18,0	230,1
Рубин										
Контроль – без удобрений	19,2	13,4	0,97	15,1	105,0			–		
СТФ	17,8	12,0	1,09	15,7	247,7	18,2	12,4	1,04	14,3	288,5
АФК 7-20-30	17,8	12,0	1,00	13,8	198,2	16,9	11,1	0,98	15,4	209,0
КУ ИШАН 1 : 1 : 1,5	18,0	12,1	0,97	14,0	168,3	18,7	13,0	0,99	13,7	155,3
Фактор А – сорт										
Фактор В – способ внесения										
Фактор С – вид удобрений										
Взаимодействие АхВхС										
НСР ₀₅						0,39	0,39	0,03	0,96	37,00
						0,28	0,29	0,03	1,59	31,21
						0,59	0,58	0,05	1,53	59,80
						1,21	1,22	0,09	2,36	118,74

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

достоверного влияния не обнаружено, количество нитратов повышалось на 40,8 мг/кг (СТФ).

При сравнении влияния видов изучаемых удобрений на биохимические показатели отмечено увеличение суммарного белка при использовании СТФ от 0,04 % (Скарб) до 0,12 % (Рубин), КГУ ИПАН – до 0,06 % (Першацвет) и АФК 7-20-30 – до 0,03 % (Рубин), а также витамина С – от 1,9 мг% (АФК 7-20-30) до 2,8 мг% (КГУ ИПАН).

Минимальное количество нитратов содержалось у сортов Першацвет (235,0 мг/кг) и Рубин (155,3 мг/кг) при внесении КГУ ИПАН, а у сорта Скарб (206,5 мг/кг) – АФК 7-20-30. По видам удобрений больше всего нитратов было получено при внесении СТФ как вразброс – от 247,7 мг/кг (Рубин) до 289,9 мг/кг (Першацвет), так и локально – от 288,5 мг/кг (Рубин) до 341,4 мг/кг (Першацвет), что превышало ПДК.

Четкой закономерности влияния способов внесения минеральных удобрений на такие биохимические показатели, как содержание сухого вещества, крахмала, суммарного белка, витамина С, установлено не было, так как они в большей степени зависели от сорта – на 84,01; 83,32; 46,82 и 64,06 % соответственно. Способ внесения удобрений оказал влияние на 1,88 % (сухое вещество), 2,08 (крахмал), 9,2 (суммарный белок), 0,02 (витамин С) и 21,65 % (нитраты), а вид удобрения – на 1,34; 1,10; 7,76; 8,88 и 44,73 % соответственно (рис. 5).

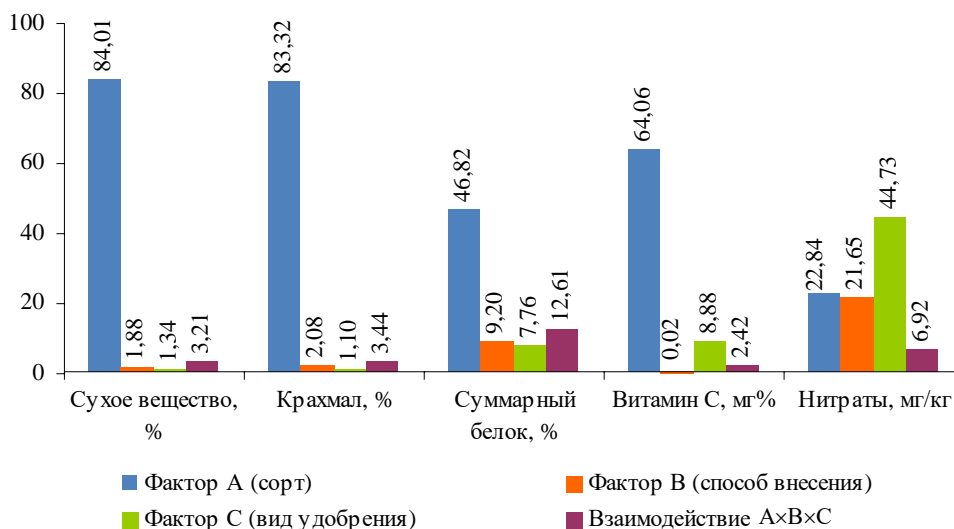


Рисунок 5 – Доля влияния изучаемых факторов на биохимические показатели клубней картофеля, среднее за 2020–2022 гг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что при внесении удобрений локальным способом, в сравнении с разбросным, было отмечено увеличение высоты растений на 5,3 см у сорта Першацвет (СТФ), на 7,0 см у сорта Скарб (КГУ ИПАН), а у сорта Рубин отмечено снижение на 8,3 см (АФК) и 3,6 см (КГУ ИПАН).

Внесение удобрений позволило повысить урожайность на 10,4–20,1 т/га (Першацвет), 9,0–14,4 (Скарб) и 7,9–12,6 т/га (Рубин) по сравнению с контролем. Максимальная урожайность отмечена при внесении КГУ ИПАН, а наибольшее количество крупной фракции – при использовании АФК 7-20-30 по всем изучаемым сортам независимо

от способа внесения. Применение удобрений локальным способом, по сравнению с разбросным, обеспечило повышение урожайности у изучаемых сортов на 3,1–3,7 т/га (Першацвет), 2,2–5,3 (Скарб) и 1,7–4,0 т/га (Рубин).

Применение СТФ локальным способом позволило увеличить содержание сухого вещества и крахмала на 0,4 % (Рубин), содержание белка – как увеличить от 0,05 % (Першацвет) до 0,08 % (Скарб), так и уменьшить – на 0,05 % (Рубин). Но вместе с тем установлено увеличение нитратов от 40,8 мг/кг (Рубин) до 51,5 мг/кг (Першацвет), которое превышало ПДК.

Внесение АФК 7-20-30 локально снизило количество сухого вещества и крахмала от 0,6 % (Першацвет) до 0,9 % (Рубин), нитратов – на 35,9 мг/кг (Скарб), а также увеличило содержание витамина С на 1,6 мг% (Рубин).

Использование КГУ ИПАН локальным способом привело к росту количества сухого вещества и крахмала на 0,7 % (Рубин), белка – на 0,02–0,04 % (Скарб), нитратов – от 45,0 мг/кг (Скарб) до 57,6 мг/кг (Першацвет).

Список литературы

1. Бульба белорусская : энцикл. / под общ. ред. И. И. Колядко. – Минск : Беларус. энцикл. імя П. Броўкі, 2008. – 384 с.
2. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легко-суглинистых почвах / В. Н. Босак. – Минск, 2003. – 176 с.
3. Локальное внесение удобрений / Ю. И. Вахрамеев, Б. А. Главацкий, Н. Г. Овчинникова [и др.]. – М. : Росагропромиздат, 1990. – 142 с.
4. Авдонин, Н. С. Локальное внесение удобрений / Н. С. Авдонин, С. А. Хук, Л. И. Фроловская // Агрохимия. – 1973. – № 11. – С. 79–85.
5. Булаев, В. Е. Эффективность ленточного внесения основного минерального удобрения при посадке картофеля / В. Е. Булаев, Е. А. Каменева, В. П. Кустарев // Бюл. ВИУА. – 1974. – № 18. – С. 44–51.
6. Замотаев, А. И. Посадка картофеля в предварительно нарезанные гребни / А. И. Замотаев, В. И. Черников // Картофель и овощи. – 1974. – № 1. – С. 16.
7. Рылко, В. А. Оценка эффективности новых форм комплексных удобрений в посадках картофеля / В. А. Рылко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 26–27 янв. 2022 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: А. С. Мастеров [и др.]. – Горки : БГСХА, 2022. – С. 230–233.
8. Локальное внесение минеральных удобрений эффективнее разбросного / А. Э. Шабанов, А. И. Киселев, С. Н. Зебрин, Э. Ш. Зулькарняева // Картофель и овощи. – 2011. – № 6. – С. 13–14.
9. Рыбаченок, В. П. Влияние различных форм комплексных удобрений и способов их внесения на урожайность и качество клубней картофеля / В. П. Рыбаченок, В. А. Рылко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 26–27 янв. 2022 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: А. С. Мастеров [и др.]. – Горки : БГСХА, 2022. – С. 226–229.
10. Зербин, С. Н. Отзывчивость новых сортов на приемы агротехники / С. Н. Зербин, А. Э. Шабанов, А. И. Киселев // Картофель и овощи. – 2006. – № 7. – С. 14–15.
11. Коршунов, А. В. Дозы, сроки и способы внесения минеральных удобрений / А. В. Коршунов, Л. С. Федотова // Картофель России. Т. 2 : Технология возделывания / под ред. А. В. Коршунова. – М. : ООО «Достижения науки и техники АПК», 2003. – С. 14–15.

12. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Беларус. наука, 2005. – 460 с.

13. 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.

14. Методика исследований по культуре картофеля / Науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва ; редкол.: Н. А. Андрушина [и др.]. – М. : [б. и.], 1967. – 265 с.

15. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во сельского хоз-ва и прод. Респ. Беларусь ; разработ.: С. А. Банадысев [и др.]. – Минск : [б. и.], 2003. – 71 с.

16. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков [и др.] ; под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Агропромиздат, 1987. – 512 с.

17. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош [и др.] ; под ред. А. И. Ермакова. – М. : Колос, 1987. – 456 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.

Поступила в редакцию 22.11.2024 г.

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

RESULTS OF APPLYING STANDARD AND COMPLEX MINERAL FERTILIZERS BY LOCALIZED AND BROADCAST METHODS IN POTATO CULTIVATION ON SOD-PODZOLIC MEDIUM-LOAMY SOIL IN BELARUS

SUMMARY

The results of studies on the effects of different types and methods of mineral fertilizer application on the biometric indicators (plant height, number of stems), yield, and biochemical characteristics (dry matter, starch, total protein, vitamin C, nitrates) of potato varieties Pershatsvet, Skarb, and Rubin are presented. Fertilizer application by localized and broadcast methods increased the yield by 10.4–20.1 t/ha (Pershatsvet), 9.0–14.4 t/ha (Skarb), and 7.9–12.6 t/ha (Rubin). The localized application of fertilizers increased the yield by 3.1–3.7 t/ha (Pershatsvet), 2.2–5.3 t/ha (Skarb), and 1.7–4.0 t/ha (Rubin) compared to the broadcast method.

Key words: potato; variety; mineral fertilizers; application method; yield; biometric and biochemical indicators.

УДК 635.21:631.895-026.772:631.816.3

Д. С. Гастило¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
старший научный сотрудник

Д. Д. Фицура¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий
отделом технологий производства, защиты и хранения картофеля

В. А. Сердюков¹, старший научный сотрудник

В. Д. Тараканова¹, младший научный сотрудник

Г. А. Соколов², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий
научный сотрудник

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

² Научно-производственное общество с дополнительной
ответственностью «ГЕОСОИЛ», г. Минск

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕСЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫМ СПОСОБОМ КОМПЛЕКСНОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ ИПАН ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований влияния доз комплексного органоминерального удобрения ИПАН марок 1 : 1 : 1,5 и 1 : 0,8 : 1,5 при его локальном внесении на биометрические показатели растений (количество стеблей и высота кустов), урожайность и ее структуру, а также биохимические показатели клубней (сухое вещество, крахмал, суммарный белок, витамин С, нитраты). При выращивании картофеля на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве максимальная урожайность отмечена в варианте Фон (40 т/га органических удобрений) + $N_{100}P_{100}K_{150}$ которая превышала контрольный вариант (без удобрений) на 22,6 т/га (68,3 %), 20,2 (72,7), 15,0 т/га (48,7 %) по сортам Першацвет, Скарб и Рубин соответственно.

Ключевые слова: картофель; сорт; дозы комплексного удобрения; урожайность; биометрические и биохимические показатели; КГУ ИПАН.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель отличается высокой продуктивностью и способностью потреблять и накапливать большое количество питательных веществ. Он дает хорошие урожаи на разных по генезису и гранулометрическому составу почвах, однако очень требователен к наличию питательных веществ в доступной для растений форме, особенно в период интенсивного клубнеобразования. Наиболее интенсивное поступление питательных веществ в растения происходит в фазы бутонизации и цветения. При применении удобрений под картофель необходимо учитывать его сортовые особенности, так как ранние сорта потребляют элементы питания интенсивнее и за более короткий период, чем поздние [1–3].

В настоящее время на рынке удобрений представлено много новых форм комплексных минеральных и органоминеральных удобрений, в том числе и для картофеля. Применение комплексных удобрений взамен простых их форм оправдано с хозяйственной

и экономической точек зрения, так как позволяет более равномерно внести питательные вещества в зону клубневого гнезда, снизить плотность почвы за счет уменьшения количества проездов техники по полю, уменьшить потребность в технике, а также гарантировать внесение элементов питания в заданном соотношении. При этом установлено, что наибольшую отдачу от удобрений можно получить при использовании локального способа их внесения [4–7].

Известно, что одним из определяющих факторов эффективности минеральных удобрений являются метеорологические условия в период вегетации картофеля. Установлено, что в засушливые годы эффективность NPK удобрений может снижаться в среднем на 36 %, а во влажные – возрастать до 52 % по сравнению с годами с оптимальными метеорологическими условиями [1, 8].

Г. В. Пироговская и др. [9] установили, что применение комплексного NPK с S (5 %), B (0,15 %), Cu (0,15 %) под картофель на дерново-подзолистой рыхло-супесчаной почве обеспечило по сравнению с фоном повышение урожайности клубней на 21,0 т/га, а в сравнении с использованием гранулированного сульфата аммония с регулятором роста растений гидрогумат на фоне РК – на 3,4 т/га.

По данным Т. Н. Сидоренко и Л. Г. Тихоновой [10], от применения локальным способом органоминеральных гранулированных удобрений в дозе $N_{100}P_{100}K_{150}$ и комплексных гранулированных удобрений $N_{112}P_{84}K_{168}S_{5,0}B_{0,05}Cu_{0,03}Mn_{0,04}$ увеличивается урожайность картофеля сорта Карсан за счет общей массы клубней на один куст и средней массы одного клубня, при этом увеличивается выход товарного картофеля.

Исходя из вышеизложенного целью наших исследований было изучение влияния доз комплексного органоминерального удобрения ИПАН марок 1 : 0,8 : 1,5 и 1 : 1 : 1,5 при локальном способе внесения на урожайность и биохимические показатели клубней картофеля разных сроков созревания.

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 2020–2022 гг.

Полевой двухфакторный опыт был заложен по следующей схеме:

Фактор А – сорт: Першацвет, Скарб, Рубин.

Фактор В – дозы удобрения:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Контроль – без удобрений; | 6. Фон + $N_{40}P_{40}K_{60}$; |
| 2. Фон – 40 т/га органических удобрений; | 7. $N_{100}P_{80}K_{150}$; |
| 3. $N_{20}P_{20}K_{30}$; | 8. Фон + $N_{100}P_{80}K_{150}$. |
| 4. Фон + $N_{20}P_{20}K_{30}$; | 9. $N_{100}P_{100}K_{150}$; |
| 5. $N_{40}P_{40}K_{60}$; | 10. Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$. |

Варианты 1–6, 9, 10 – марка 1 : 1 : 1,5; 7 и 8 – марка 1 : 0,8 : 1,5.

Пахотный горизонт опытных участков, где проводили агротехнические опыты, характеризуется следующими агрохимическими показателями: почва среднекислая (2 группа), содержание гумуса недостаточное (3 группа), содержание фосфора и калия – от повышенного до высокого (табл. 1).

В данной работе использовали удобрение комплексное органоминеральное гранулированное пролонгированного действия ИПАН марок 1:1:1,5 ($N - 9-11\%$; $P_2O_5 - 9-11\%$; $K_2O - 13,5-16,5\%$) и 1:0,8:1,5 ($N - 9-11\%$; $P_2O_5 - 7-9\%$; $K_2O - 13,5-16,5\%$), которое состоит из торфа 30–50 % и минеральных удобрений 50–70 %. Представляет собой твердые рассыпчатые, округлые гранулы от темно-серого до черного цвета

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

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного (0–22 см) горизонта почвы опытных участков, 2020–2022 гг.

Показатели	Дерново-подзолистая среднесуглинистая почва
Гумус (по Тюрину), %	1,73–2,00
pH в KCl	4,4–4,8
P ₂ O ₅ (по Кирсанову), мг/кг	205,2–335,0
K ₂ O (по Кирсанову), мг/кг	259,0–334,0

диаметром 3–5 мм. Применяется на всех типах почв. Главной особенностью гранул КГУ ИПАН является постепенное, медленное растворение питательных веществ. Это позволяет растениям получать полноценное питание в течение всего периода вегетации, при этом потери от вымывания компонентов сводятся к минимуму. Производитель – филиал «Экспериментальная база Свислочь» ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси» (рис. 1).

Технология возделывания общепринятая при выращивании картофеля с шириной междурядий 75 см на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве [11]. Предшественник в севообороте – озимый рапс на маслосемена. Удобрение вносили локально при посадке согласно схеме опыта с использованием картофелесажалки СК-4, которая одновременно с посадкой вносит удобрения.

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 [12]. Урожайность учитывали в каждой повторности с определением структуры урожая по фракциям [13, 14].

Биохимические показатели клубней: содержание сухого вещества, крахмала определяли термостатно-весовым методом, содержание нитратов – ионоселективным методом, витамина С – по Мурри [15], суммарного белка – реактивом Оранж Ж [16].

Агрохимический анализ почвы: содержание подвижных форм фосфора и калия устанавливали по Кирсанову, гидролитическую кислотность – по Каппену, pH – метрическим методом, гумус – по Тюрину [15].

Результаты полевых опытов и лабораторных исследований обработаны методом дисперсионного анализа по «Методике полевого опыта» и программой STATISTICA 10 [17].



Рисунок 1 – Внешний вид КГУ ИПАН

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

Метеорологические условия в годы проведения полевых исследований отличались и были нестабильны в течение вегетационных периодов (рис. 2 и 3). Весной, в апреле, в период проведения весенне-полевых работ по подготовке почвы к посадке картофеля среднесуточная температура воздуха была выше среднегодовой (5,3 °С) от 0,2 °С в 2022 г. (5,5 °С) до 1,5 °С (6,8 °С) в 2021 г., составив 6,7 °С в среднем. Осадков в 2020 и 2021 гг. выпало меньше нормы (47,9 мм) на 14,3 мм (33,6 мм), в 2022 г. – 117,1 мм, или 244,5 % от нормы, то есть почва была переувлажненной.

Среднесуточная температура в мае была ниже среднегодового показателя (13,7 °С) в 2020 г. (12,0 °С) и в 2021 г. (12,1 °С), а самый холодный май был в 2022 г. – не выше 11,6 °С. Количество выпавших осадков превысило норму (60 мм) на 33,3 мм в 2021 г. и 12,5 мм в 2022 г. и составило 93,3 и 72,5 мм соответственно. Май 2020 г. был более сухой, осадков выпало 47,6 мм, что составило 79,3 % от нормы. Почва в 2021 и 2022 гг. была в течение всего месяца хорошо увлажненная, в 2020 г. – от слабо до хорошо увлажненной.

В июне 2021 г. среднесуточная температура воздуха была выше среднегодовой (17,4 °С) на 2,6 °С, составив 20 °С, в 2022 г. превышение было на 1,5 °С, в 2020 г. – на 2,3 °С. В июне 2021 и 2022 гг. отмечался дефицит осадков, всего за месяц выпало 69,0 и 63,3 мм соответственно, что составило 84,2 и 77,2 % от нормы (82,0 мм). В 2022 г. было

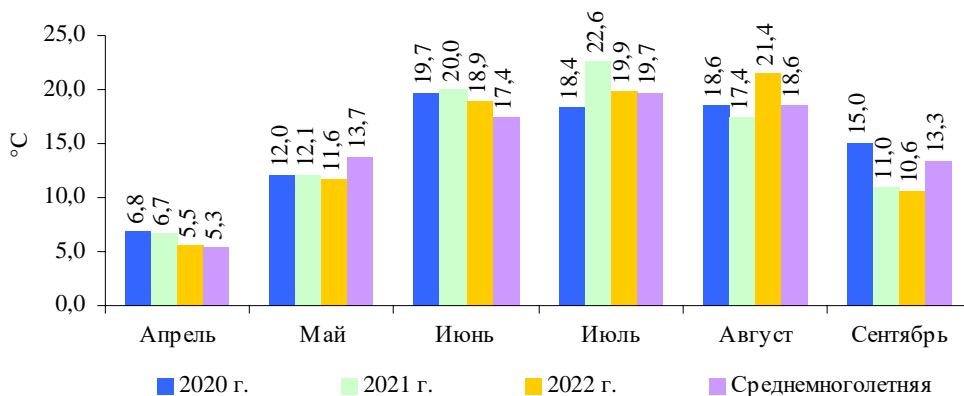


Рисунок 2 – Среднесуточная температура воздуха по месяцам за 2020–2022 гг., °С (агрометеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

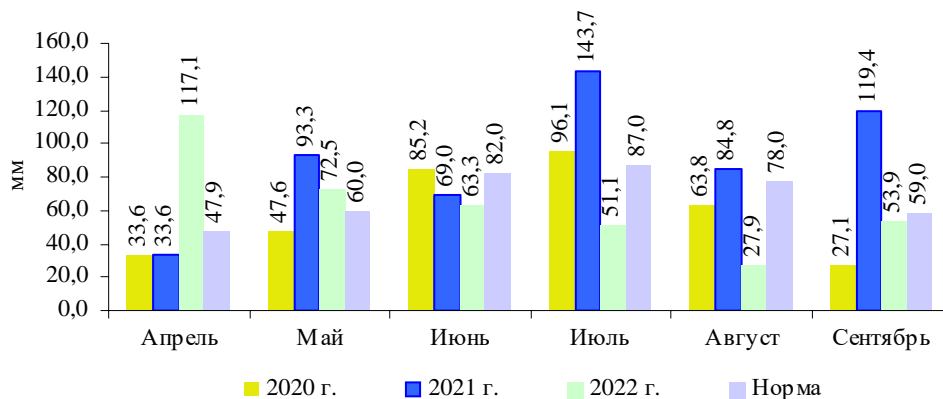


Рисунок 3 – Количество выпавших осадков по месяцам за 2020–2022 гг., мм (агрометеостанция «Минск», аг. Самохваловичи Минского района Минской области)

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

незначительное превышение нормы количества выпавших осадков – 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 средне-многолетней (19,7 °С) и составила 18,4 °С, в 2022 г. – находилась в пределах нормы – 19,9 °С. Существенное превышение было отмечено в 2021 г. – 22,6 °С, что выше средне-многолетней на 2,9 °С. Количество выпавших осадков в июле 2020 г. превысило норму (87,0 мм) на 9,1 мм, в 2021 г. – на 56,7 мм (165,2 %) от нормы. Сухой июль был в 2022 г., всего выпало осадков 58,7 % от нормы. Почва в июле в годы исследований была от слабо до хорошо увлажненной.

В августе 2020 г. среднесуточная температура была на уровне среднемноголетней (18,6 °С), в 2021 г. – ниже на 1,2 °С, а в 2022 г. – выше на 2,8 °С. Осадки выпадали неравномерно по годам, август 2022 г. был сухой, всего за месяц выпало 27,9 мм, или 35,8 % от нормы (78 мм), в 2020 г. – 63,8 мм, или 81,8 % от нормы. Выше нормативного показателя осадков выпало в 2021 г. – 84,8 мм, или 108,2 % от нормы. Почва в августе была от слабо до хорошо увлажненной.

В сентябре 2021 и 2022 гг. среднесуточная температура была ниже среднемноголетней (13,3 °С) на 2,3 и 2,7 °С соответственно, а в 2020 г. – на 1,7 °С выше. Количество выпавших осадков было значительно ниже нормы в 2020 г. – 27,1 мм, или 45,9 % от нормы (59,0 мм) и незначительно ниже – на 5,1 мм в 2022 г. Большое количество выпавших осадков отмечено в сентябре 2021 г. – 119,4 мм, что выше нормы на 60,4 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние вносимых доз КГУ ИПАН марок 1 : 1 : 1,5 и 1 : 0,8 : 1,5 на биометрические показатели изучаемых сортов картофеля представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние доз внесения КГУ ИПАН на биометрические показатели растений картофеля, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Першацвет		Скарб		Рубин	
	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см
Контроль – без удобрений	3,5	49,8	3,7	37,3	4,9	45,2
Фон – 40 т/га органических удобрений	3,6	49,9	3,8	44,6	4,8	48,2
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	3,6	51,8	4,0	40,1	5,1	50,5
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	3,7	52,3	4,0	46,3	5,3	53,3
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	4,2	53,8	3,9	43,1	4,9	54,1
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	4,4	54,6	3,9	46,9	5,4	54,2
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	4,0	56,7	3,6	50,7	5,1	59,7
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	4,0	57,5	3,7	53,2	4,6	64,8
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	4,0	57,2	3,9	52,2	5,4	66,5
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	4,5	58,9	4,1	54,9	5,4	69,3
Фактор			Количество стеблей		Высота растений	
НСР ₀₅	А – сорт		0,24		2,99	
	В – дозы удобрения		0,48		5,07	
	Взаимодействие А×В		0,61		7,36	

* КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5.

Результаты исследований показали, что максимальная высота растений была отмечена при внесении комплексного органоминерального удобрения в варианте Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ и по сортам составила: Першацвет – 58,9 см (+9,1 см), Скарб – 54,9 см (+17,6), Рубин – 69,3 см (+24,1 см), а минимальная высота растений была в варианте с минимальной дозой комплексного удобрения $N_{20}P_{20}K_{30}$ – +1,9 см (Першацвет), +2,8 (Скарб), +3,0 см (Рубин) по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений). Использование КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5 в дозе $N_{100}P_{80}K_{150}$ способствовало увеличению высоты растений на 6,9 см (Першацвет), 13,4 (Скарб), 14,5 см (Рубин), а на фоне 40 т/га: 7,7 см (Першацвет), 15,9 (Скарб), 19,6 см (Рубин). При сравнении двух марок удобрения 1 : 0,8 : 1,5 и 1 : 1 : 1,5 было отмечено, что при внесении марки 1 : 0,8 : 1,5 наблюдалось снижение высоты растений, которое составило 0,5–1,3 см (Першацвет), 1,5–1,7 (Скарб), 4,5–6,8 см (Рубин) по сравнению с маркой 1 : 1 : 1,5.

Из таблицы 2 видно, что количество стеблей по сортам составило: Першацвет – 3,5–4,5 шт/куст, Скарб – 3,6–4,1, Рубин – 4,6–5,4 шт/куст. У всех изучаемых сортов зависимости количества стеблей от доз внесения комплексного органоминерального удобрения установлено не было, так как это сортовой признак, за исключением вариантов Фон + $N_{40}P_{40}K_{60}$ и Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ у сорта Першацвет, где получено достоверное увеличение данного показателя на 0,8 и 1,0 шт/куст соответственно.

Максимальная урожайность была отмечена при внесении 40 т/га органических удобрений в сочетании с максимальной дозой КГУ ИПАН (Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$), которая превышала контрольный вариант (без удобрений) у сорта Першацвет на 22,6 т/га (68,3 %), Скарб – 20,2 (72,7), Рубин – 15,0 т/га (48,7 %) (табл. 3).

Уменьшение дозы удобрения привело к снижению урожайности по всем изучаемым сортам. Минимальная урожайность отмечена в варианте $N_{20}P_{20}K_{30}$. Прибавка урожая по сортам составила: Першацвет – 2,0–7,9 т/га (6,0–23,9 %), Скарб – 1,4–5,7 (5,0–20,5), Рубин – 1,8–7,1 т/га (5,8–23,1 %) в сравнении с контрольным вариантом. Снижение урожайности по сравнению с вариантом Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ по сортам составило: Першацвет – 20,6 т/га (58,7 %), Скарб – 18,8 (64,4), Рубин – 13,2 т/га (40,5 %). Это можно объяснить уменьшением количества крупной фракции в структуре урожая на 9,6; 4,9; 5,8 %, а также увеличением количества мелкой фракции на 2,4; 3,0; 2,3 % по сортам Першацвет, Скарб, Рубин соответственно.

Использование органических удобрений в дозе 40 т/га позволило получить прибавку урожайности 3,2; 1,9; 6,4 т/га, а в сочетании с различными дозами комплексного органоминерального удобрения – 2,6–7,1; 2,3–4,3; 3,2–5,3 т/га по сортам Першацвет, Скарб и Рубин соответственно (табл. 4). Окупаемость 1 т органических удобрений по сортам составила: Першацвет – 80,0 кг клубней, Скарб – 47,5 и Рубин – 160 кг клубней, а при использовании с комплексным органоминеральным удобрением – 65,0–177,5 кг клубней (Першацвет), 57,5–107,5 (Скарб), 80,0–132,5 кг клубней (Рубин).

Применение КГУ ИПАН марки 1 : 1 : 1,5, в зависимости от доз внесения позволило получить прибавку урожайности 2,0–15,5 т/га (Першацвет), 1,4–16,5 (Скарб) и 1,8–11,8 т/га (Рубин). Максимальная прибавка была отмечена в варианте Фон + $N_{100}P_{100}K_{150}$ у сортов Першацвет (22,6 т/га), Скарб (20,2), Рубин (15,0 т/га).

Урожайность увеличилась при внесении удобрения марки 1 : 0,8 : 1,5 по сравнению с контролем на 13,6–18,7 т/га, или 41,1–56,5 % (Першацвет), 14,2–17,9 т/га, или 51,1–64,4 (Скарб), 7,9–13,2 т/га, или 25,6–42,9 % (Рубин), а при сравнении с маркой 1 : 1 : 1,5 снизилась на 1,9–3,9 т/га; 1,2–2,3; 1,8–3,9 т/га, или 4,1–7,5 %; 2,9–5,0; 4,1–10,0 % соответственно сорту. Снижение урожайности обусловлено уменьшением количества крупной фракции в ее структуре.

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

Таблица 3 – Влияние доз внесения КГУ ИШАН на урожайность изучаемых сортов картофеля и их структуру, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Период цвет			Скарб			Рубин			Товарная урожайность, т/га								
	Общая урожайность, т/га	Структура урожая, %		Общая урожайность, т/га	Структура урожая, %		Общая урожайность, т/га	Структура урожая, %			Товарность, %							
		> 60 мм	30–60 мм		< 30 мм	> 55 мм		28–55 мм	< 28 мм			> 55 мм	28–55 мм	< 28 мм				
															Товарность, %		Товарность, %	
Контроль – без удобрений	33,1	59,1	32,3	8,6	91,4	30,3	27,8	36,8	55,4	7,8	92,2	25,6	30,8	39,8	52,0	8,2	91,8	28,3
Фон – 40 т/га органических удобрений	36,3	66,6	27,1	6,3	93,7	34,0	29,7	48,2	44,3	7,5	92,5	27,5	37,2	39,9	52,7	7,4	92,6	34,4
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	35,1	60,2	34,5	5,3	94,7	33,2	29,2	50,7	42,8	6,5	93,5	27,3	32,6	49,8	43,0	7,2	92,8	30,3
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	41,0	62,0	33,5	4,5	95,5	38,8	33,5	50,3	45,0	4,7	95,3	31,9	37,9	51,2	42,0	6,8	93,2	35,3
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	40,7	62,2	34,0	3,8	96,2	39,2	32,4	50,2	44,7	5,1	94,9	30,7	38,3	50,9	43,2	5,9	94,1	35,9
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	43,3	62,9	33,8	3,3	96,7	45,2	34,7	50,3	46,1	3,6	96,4	33,5	42,7	53,0	40,8	6,2	93,8	40,1
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	46,7	70,7	25,5	3,8	96,2	44,9	42,0	49,5	44,7	5,8	94,2	39,6	38,7	50,3	43,3	6,7	93,3	36,1
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	51,8	63,4	33,2	3,4	96,6	50,0	45,7	48,5	46,7	4,8	95,2	43,5	44,0	51,3	42,7	6,0	94,0	41,4
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	48,6	73,2	23,6	3,2	96,8	47,0	44,3	57,2	38,3	4,5	95,5	42,3	42,6	52,2	42,2	5,6	94,4	40,2
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	55,7	69,8	27,3	2,9	97,1	54,1	48,0	55,6	40,9	3,5	96,5	46,3	45,8	55,6	39,5	4,9	95,1	43,6
НСР ₀₅	Фактор А – сорт			4,59			Взаимодействие А×В			6,05								
	Фактор В – дозы удобрений			4,95			–			–								

* КГУ ИШАН марки 1 : 0,8 : 1,5.

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

Таблица 4 – Прибавка урожайности картофеля в зависимости от доз внесения КГУ ИПАН, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности, т/га			Окупаемость 1 кг NPK/1 т органических удобрений
		общая	органические удобрения	дозы удобрений	
Першацвет					
Контроль – без удобрений	33,1	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	36,3	3,2	3,2	–	80,0
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	35,1	2,0	–	2,0	28,6/–
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	41,0	7,9	5,9	2,0	112,9/147,5
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	40,7	7,6	–	7,6	54,3/–
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	43,3	10,2	2,6	7,6	72,9/65,0
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	46,7	13,6	–	13,6	41,2/–
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	51,8	18,7	5,1	13,6	56,7/127,5
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	48,6	15,5	–	15,5	44,3/–
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	55,7	22,6	7,1	15,5	64,6/177,5
Скарб					
Контроль – без удобрений	27,8	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	29,7	1,9	1,9	–	47,5
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	29,2	1,4	–	1,4	20,0/–
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	33,5	5,7	4,3	1,4	81,4/107,5
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	32,4	4,6	–	4,6	32,9/–
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	34,7	6,9	2,3	4,6	49,3/57,5
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	42,0	14,2	–	14,2	43,0/–
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	45,7	17,9	3,7	14,2	54,2/92,5
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	44,3	16,5	–	16,5	47,1/–
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	48,0	20,2	3,7	16,5	60,6/92,5
Рубин					
Контроль – без удобрений	30,8	–	–	–	–
Фон – 40 т/га органических удобрений	37,2	6,4	6,4	–	160,0
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	32,6	1,8	–	1,8	25,7/–
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	37,9	7,1	5,3	1,8	101,4/132,5
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	38,3	7,5	–	7,5	53,6/–
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	42,7	11,9	4,4	7,5	85,0/110,0
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	38,7	7,9	–	7,9	23,9/–
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	44,0	13,2	5,3	7,9	40,0/132,5
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	42,6	11,8	–	11,8	33,7/–
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	45,8	15,0	3,2	11,8	42,9/80,0
НСР ₀₅	Фактор А – сорт	4,59	–		
	Фактор В – дозы удобрения	4,95			
	Взаимодействие А×В	6,05			

* КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5.

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

Окупаемость внесенного органоминерального удобрения ИПАН марки 1 : 1 : 1,5 клубнями картофеля в зависимости от дозы без органических удобрений по сортам составила: Першацвет – 28,6–54,3; Скарб – 20,0–47,1; Рубин – 23,9–53,6 кг клубней/1 кг д. в. NPK, а на фоне 40 т/га органических удобрений – 56,7–112,9; 49,3–81,4; 40,0–101,4 кг клубней/1 кг д. в. NPK по сортам Першацвет, Скарб и Рубин соответственно. Максимальная окупаемость отмечена в варианте Фон + N₂₀P₂₀K₃₀ у всех изучаемых сортов.

При внесении КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5 окупаемость у сорта Першацвет составила 41,2 кг клубней/1 кг д. в. NPK, Скарб – 43,0; Рубин – 23,9 кг клубней/1 кг д. в. NPK, а на фоне 40 т/га органических удобрений – 56,7; 54,2; 40,0 кг клубней/1 кг д. в. NPK по сортам соответственно. Сравнивая марки 1 : 0,8 : 1,5 и 1 : 1 : 1,5, отмечено снижение окупаемости у марки 1 : 0,8 : 1,5 на 3,1–7,9 кг клубней/1 кг д. в. NPK (Першацвет), 4,1–6,4 (Скарб) и 2,9–9,8 кг клубней/1 кг д. в. NPK (Рубин).

Влияние доз КГУ ИПАН на биохимические показатели представлено в таблице 5. Увеличение доз азота привело к снижению количества сухих веществ, следовательно, и крахмала: при минимальной дозе N₂₀P₂₀K₃₀ данный показатель у изучаемых сортов был на уровне контрольного варианта, а также в вариантах у сортов Першацвет – N₁₀₀P₁₀₀K₁₅₀ и Рубин – N₄₀P₄₀K₆₀, N₁₀₀P₁₀₀K₁₅₀. В варианте с применением комплексного удобрения N₄₀P₄₀K₆₀ он был ниже на 1,7 % (Першацвет). Следует отметить, что у сорта Скарб все варианты с маркой 1 : 1 : 1,5 без внесения органических удобрений были на уровне контрольного варианта. При добавлении органических удобрений данный показатель увеличился на 1,7–1,9 % (Першацвет), 0,9–1,6 (Скарб), 1,3–2,5 % (Рубин). Минимальное количество сухих веществ, в том числе и крахмала, было установлено в варианте Фон + N₄₀P₄₀K₆₀ (Першацвет), Фон + N₂₀P₂₀K₃₀ (Скарб) и Фон + N₁₀₀P₁₀₀K₁₅₀ (Рубин).

Внесение КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5 привело к снижению сухих веществ и крахмала у сорта Першацвет на 1,2 и 1,1 %, Скарб – на 1,0 и 0,9 %, Рубин – на уровне контрольного варианта – без органических удобрений, а также на 2,1 и 2,2 %; 1,5 и 1,4; 2,4 и 2,3 % по сортам соответственно – с применением органических удобрений.

Использование комплексного удобрения не оказало существенного влияния на содержание суммарного белка у сортов Першацвет, Скарб, Рубин, за исключением вариантов Фон + N₁₀₀P₁₀₀K₁₅₀ (+0,07 %) и Фон + N₁₀₀P₈₀K₁₅₀ (+0,09) для сорта Першацвет, Фон + N₄₀P₄₀K₆₀ (+0,08 %) для сорта Рубин.

Увеличение содержания витамина С отмечено в вариантах N₂₀P₂₀K₃₀ (+3,8 мг%), N₄₀P₄₀K₆₀ (+2,7), Фон + N₁₀₀P₈₀K₁₅₀ (+2,5), а снижение – у сорта Рубин в варианте N₄₀P₄₀K₆₀ (–2,9 мг%). В остальных вариантах, а также у сорта Першацвет показатели были в пределах ошибки опыта на уровне контрольного варианта.

Применение дозы удобрения N₂₀P₂₀K₃₀ показало наименьшее содержание нитратов у сорта Першацвет 89,5 (–77,4) мг/кг сырой массы, N₂₀P₂₀K₃₀ и N₁₀₀P₈₀K₁₅₀ у сорта Скарб 133,8 (–6,2), N₄₀P₄₀K₆₀ у сорта Рубин 68,0 (–37,0) мг/кг сырой массы по сравнению с контролем. Варианты N₂₀P₂₀K₃₀ (Скарб, Рубин), Фон + N₂₀P₂₀K₃₀ (Першацвет, Скарб), N₄₀P₄₀K₆₀ (Скарб), N₁₀₀P₈₀K₁₅₀ (Першацвет, Рубин), Фон + N₁₀₀P₈₀K₁₅₀ (Скарб), N₁₀₀P₁₀₀K₁₅₀ (Рубин) были на уровне контрольного варианта. Максимальное содержание нитратов отмечено в варианте Фон + N₁₀₀P₁₀₀K₁₅₀ у сорта Першацвет – 290,7 (+123,8) мг/кг и Рубин – 221,0 (+116,0), у сорта Скарб в варианте N₁₀₀P₁₀₀K₁₅₀ – 263,6 (+123,6) мг/кг сырой массы.

При сравнении сортов между собой максимальное содержание нитратов отмечено у раннего сорта Першацвет – 290,7 мг/кг сырой массы, которое превышает средне-спелый сорт Скарб на 27,1 мг/кг и среднепоздний сорт Рубин на 69,7 мг/кг сырой массы.

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

Таблица 5 – Влияние доз внесения КГУ ИПАН на биохимические показатели изучаемых сортов картофеля, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант опыта	Сухие вещества, %	Крахмал, %	Суммарный белок, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг	
Першацвет						
Контроль – без удобрений	18,5	12,7	0,95	14,3	166,9	
Фон – 40 т/га органических удобрений	18,0	12,2	0,98	15,0	193,4	
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	17,7	2,0	0,94	14,1	89,5	
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	16,8	11,1	1,00	13,3	204,8	
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	16,8	11,1	1,01	15,3	120,7	
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	16,6	10,8	0,99	15,4	229,8	
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	17,3	11,6	0,93	14,4	133,5	
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	16,4	10,5	1,04	13,0	253,7	
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	18,7	13,0	0,97	15,1	212,4	
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	18,1	12,4	1,02	14,4	290,7	
Скарб						
Контроль – без удобрений	18,1	12,3	0,93	16,5	140,0	
Фон – 40 т/га органических удобрений	17,4	11,7	0,91	15,3	187,8	
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	17,6	11,7	0,98	20,3	133,8	
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	16,5	10,7	0,98	15,5	181,2	
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	17,8	12,0	0,94	19,2	176,3	
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	17,2	11,5	0,98	17,1	183,4	
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	17,1	11,7	0,92	18,6	133,8	
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	16,6	10,9	0,93	19,0	170,2	
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	17,2	11,5	0,94	18,6	263,6	
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	17,4	11,6	0,91	16,7	198,2	
Рубин						
Контроль – без удобрений	19,2	13,4	0,97	15,1	105,0	
Фон – 40 т/га органических удобрений	18,2	12,4	1,00	14,9	125,5	
N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	18,6	12,7	0,93	15,0	114,1	
Фон + N ₂₀ P ₂₀ K ₃₀	17,7	12,0	0,96	15,1	157,4	
N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	19,3	13,4	0,93	12,2	68,0	
Фон + N ₄₀ P ₄₀ K ₆₀	17,9	12,1	1,05	15,8	164,0	
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	18,7	13,0	0,93	13,5	103,0	
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₅₀ *	16,8	11,1	1,00	15,0	189,4	
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	19,5	13,7	1,02	15,4	145,5	
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀	16,7	10,9	1,00	13,4	221,0	
НСР ₀₅	А – сорт	0,53	0,50	0,03	0,96	26,88
	В – дозы удобрений	0,91	0,85	0,06	2,21	42,22
	Взаимодействие А×В	1,33	1,21	0,09	2,96	55,35

* КГУ ИПАН марки 1 : 0,8 : 1,5.

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

Дисперсионным анализом (рис. 4) установлено, что высота растений, урожайность, количество сухих веществ и крахмала, содержание нитратов зависели от доз удобрения с долей влияния 53,4; 80,0; 47,4; 49,0; 56,4 %, количество стеблей и содержание витамина С от сорта на 65,7 и 60,7 %, содержание суммарного белка от взаимодействия факторов «сорт» и «дозы удобрения» на 44,1 %.

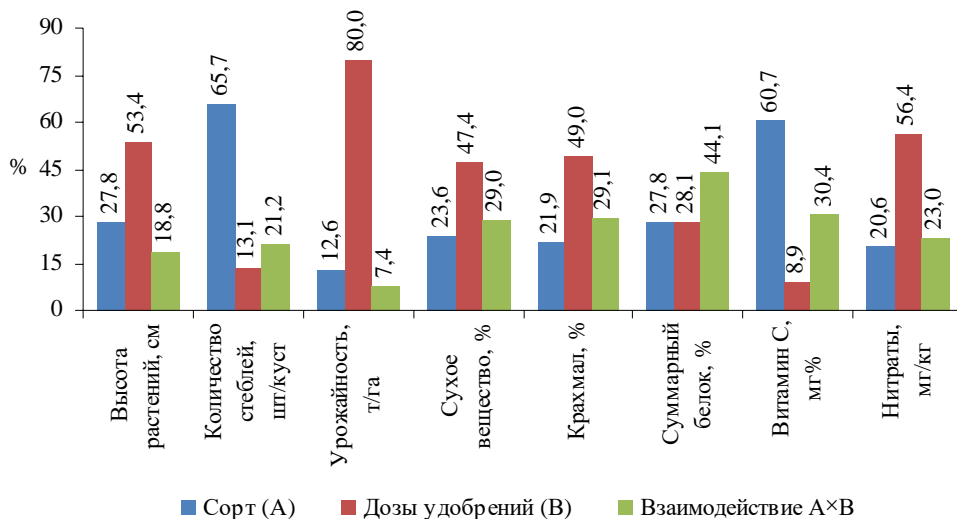


Рисунок 4 – Доля влияния факторов (сорт, дозы удобрений) на изучаемые показатели, среднее за 2020–2022 гг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по применению комплексного органоминерального удобрения ИПАН марок 1 : 1 : 1,5 и 1 : 0,8 : 1,5 локальным способом установлено, что максимальная высота растений была отмечена в варианте Фон + N₁₀₀P₁₀₀K₁₅₀ у сорта Першацвет – 58,9 см (+9,0 см), Скарб – 54,9 (+17,6), Рубин – 69,3 см (+24,1 см). Использование данного удобрения марки 1 : 0,8 : 1,5 в дозе N₁₀₀P₈₀K₁₅₀ позволило увеличить высоту растений на 6,9; 13,4; 14,5 см, а на фоне 40 т/га – на 7,7; 15,9; 19,6 см у сортов Першацвет, Скарб, Рубин соответственно.

Максимальная прибавка урожайности была отмечена в варианте Фон + N₁₀₀P₁₀₀K₁₅₀ у сорта Першацвет – 22,6 т/га (68,3 %), Скарб – 20,2 (72,7), Рубин – 15,0 т/га (48,7 %). Использование удобрения марки 1 : 0,8 : 1,5 способствовало получению прибавки 13,6–18,7 т/га, или 41,1–56,5 % (Першацвет), 14,2–17,9, или 51,1–64,4 (Скарб), 7,9–13,2 т/га, или 25,6–42,9 % (Рубин) по сравнению с контролем.

Высота растений, урожайность, количество сухих веществ и крахмала, содержание нитратов зависели от доз удобрения с долей влияния 53,4; 80,0; 47,4; 49,0; 56,4 %, количество стеблей и содержание витамина С от сорта на 65,7 и 60,7 %, содержание суммарного белка от взаимодействия факторов «сорт» и «дозы удобрения» на 44,1 %.

Список литературы

1. Комплексные удобрения : справ. пособие / В. Г. Минеев, В. П. Грызлов, Р. И. Синдяшкина [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 252 с.
2. Кинидин, В. В. Особенности питания и удобрения овощных культур и картофеля : учеб. пособие / В. В. Кинидин. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 202 с.

3. Бронштейн, П. М. Влияние новых комплексных удобрений на урожайность отечественных сортов картофеля разной спелости в условиях Северо-Запада РФ / П. М. Бронштейн, А. М. Спиридонов // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и обучающихся / С.-Петербург. гос. аграр. ун-т. – СПб., 2019. – С. 56–59.
4. 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.
5. Ионас, Е. Л. Комплексные удобрения для картофеля / Е. Л. Ионас, И. Р. Вильдфлуш // Наше сельское хозяйство. – 2016. – № 11. – С. 20–25.
6. Локальное внесение минеральных удобрений эффективнее разбросного / А. Э. Шабанов, А. И. Киселев, С. Н. Зебрин, Э. Ш. Зулькарняева // Картофель и овощи. – 2011. – № 6. – С. 13.
7. Рылко, В. А. Оценка эффективности новых форм комплексных удобрений в посадках картофеля / В. А. Рылко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 26–27 янв. 2022 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: А. С. Мастеров [и др.]. – Горки : БГСХА, 2022. – С. 230–233.
8. Панников, В. Д. Почва, климат, удобрения и урожай / В. Д. Панников, В. Г. Минеев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 521 с.
9. Экономическая эффективность применения азотосеросодержащих и комплексных удобрений в технологии возделывания картофеля, лука и капусты на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных почвах / Г. Пироговская, Д. Мысливец, О. Исаева [и др.] // Аграрная экономика. – 2019. – № 2 (285). – С. 51–60.
10. Сидоренко, Т. Н. Влияние форм способов внесения удобрений на урожайность картофеля / Т. Н. Сидоренко, Л. Г. Тихонова // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XX Междунар. науч. конф. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – С. 163–167.
11. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси ; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Белорус. наука, 2005. – 460 с.
12. 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.
13. Методика исследований по культуре картофеля / Науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва ; редкол.: Н. А. Андрюшина [и др.]. – М. : [б. и.], 1967. – 265 с.
14. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / М-во сельского хоз-ва Респ. Беларусь ; разработ.: С. А. Банадысев, А. М. Старовойтов, И. И. Колядко [и др.]. – Минск : [б. и.], 2003. – 71 с.
15. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков [и др.] ; под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Агропромиздат, 1987. – 512 с.
16. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош [и др.] ; под ред. А. И. Ермакова. – М. : Колос, 1987. – 456 с.
17. 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 02.12.2024 г.

D. S. GASTILO, D. D. FITSURO, V. A. SERDYUKOV,
V. D. TARAKANOVA, G. A. SOKOLOV

**RESULTS OF LOCAL APPLICATION OF COMPLEX
ORGANOMINERAL GRANULATED FERTILIZER IPAN
WHEN GROWING WARE POTATOES**

SUMMARY

The results of studies on the effect of doses of the complex organomineral fertilizer IPAN with grades 1 : 1 : 1.5 and 1 : 0.8 : 1.5, when applied locally, on the biometric parameters of plants (number of stems and bush height), yield and its structure, as well as the biochemical indicators of tubers (dry matter, starch, total protein, vitamin C, nitrates), are presented. When growing potatoes on sod-podzolic medium loamy soil, the maximum yield was observed with Fon variant (40 t/ha of organic fertilizers) + $N_{100}P_{100}K_{150}$, which exceeded the control variant (without fertilizers) by 22.6 t/ha (68.3 %), 20.2 t/ha (72.7 %), and 15.0 t/ha (48.7 %) for the varieties Pershatsvet, Skarb, and Rubin, respectively.

Key words: potato; variety; doses of complex fertilizer; yield; biometric and biochemical indicators; IPAN fertilizer.

УДК 635.64:631.8

И. П. Козловская, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
профессор кафедры ЭМТП и агротехнологий

Ю. В. Винокурова-Лабунская, аспирант

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ФАСОЛИ СПАРЖЕВОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

РЕЗЮМЕ

Изучено влияние на урожайность фасоли спаржевой сидеральных культур (овес, редька масличная, горох) в сочетании с внесением под предшествующую культуру обеззараженного термоаммиачным способом компоста при выращивании этой культуры в Центральной природно-климатической области Беларуси на легкосуглинистых почвах. Установлено, что использование в качестве сидерата овса и редьки масличной при внесении под предшественник 6 т/га компоста обеспечивает прибавку урожая 2,0 и 1,9 т/га соответственно. Использование гороха в качестве сидерата нецелесообразно. Разработанные технологические приемы обеспечивают наряду с ростом урожайности фасоли спаржевой повышение содержания органического вещества в почве на 0,8–1,3 %.

Ключевые слова: фасоль спаржевая; сидеральные культуры; термоаммиачное компостирование; урожайность; сухая биомасса; органическое вещество почвы.

ВВЕДЕНИЕ

В основу устойчивого развития современного сельскохозяйственного производства в соответствии с Законом Республики Беларусь от 9 ноября 2018 г. №144-З «О производстве и обращении органической продукции» закладывается сознательная минимизация использования неэкологических средств интенсификации вплоть до полного отказа от их применения; возрастает значимость экологической сбалансированности сельскохозяйственного производства и сокращения объемов выпуска неэкологичной продукции [1, 2]. Экологизация производства предполагает повышение эффективности целого ряда технологических процессов при одновременном сокращении масштабов использования природных ресурсов [3].

В совершенствовании сельскохозяйственного производства с учетом экологических требований особую роль играет производство овощной продукции. Для человека овощи являются основным источником витаминов, минералов, белков и углеводов, поэтому развитие этой отрасли имеет стратегическое значение для продовольственной безопасности страны.

Интенсификация отрасли, получение стабильно высоких урожаев возможны за счет внедрения в производство научно обоснованных технологических приемов возделывания овощных культур, решения экологических проблем современного овощеводства. Во многих странах Европы с XVI в. обрела популярность как пищевая культура фасоль. Сегодня известно более 200 ее видов, среди них – спаржевая фасоль [4].

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

Спаржевая (овощная) фасоль – разновидность стручковой фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*) без жестких волокон и плотного слоя внутри боба. В пищу используются целые стручки, содержащие значительное количество растворимой и нерастворимой клетчатки, которая играет важную роль в поддержании здорового пищеварения [5].

Растворимая клетчатка связывает жиры и удаляет их из организма, что способствует снижению уровня «плохого» холестерина и предотвращению образования бляшек на стенках сосудов. В стручках спаржевой фасоли содержатся пребиотики, которые становятся пищей для полезных бактерий и обеспечивают поддержание здоровой микрофлоры кишечника. Стручки фасоли содержат магний, калий и другие минеральные вещества, которые поддерживают работу сердечно-сосудистой системы [6].

Фасоль спаржевая богата белком (17–30 %), который по аминокислотному составу близок к животным белкам [7].

В составе фасоли стручковой присутствует довольно редкий витамин К, необходимый для нормальной свертываемости крови и усвоения кальция. Продукт содержит марганец, отвечающий за состояние и эластичность кожных покровов. Фасоль стручковая обладает низким гликемическим индексом и является источником высококачественного легкоусвояемого растительного белка. Калорийность стручковой фасоли составляет 24 ккал на 100 г продукта [8].

Спаржевая фасоль более требовательна, чем другие бобовые культуры, к почвам и их плодородию. Для ее возделывания наиболее пригодными являются дерново-подзолистые легкосуглинистые связно- и рыхлосупесчаные почвы, богатые гумусом, с реакцией почвенного раствора, близкой к нейтральной [9].

Традиционно спаржевую фасоль возделывают с использованием минеральных удобрений со сбалансированным соотношением элементов питания с добавками микроэлементов [9–11]. Однако в основу устойчивого развития современного сельскохозяйственного производства закладывается сознательная минимизация использования минеральных удобрений вплоть до полного отказа от их применения.

В этой связи нами поставлена цель изучить возможности выращивания и получения высоких урожаев фасоли спаржевой без минеральных удобрений с обеспечением полноценного питания растений и поддержанием почвенного плодородия за счет сидерации и использования органических удобрений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проведены на территории личного подсобного хозяйства в дер. Чухны Сморгонского района на легкосуглинистых почвах, развивающихся на лесовидных суглинках, подстилаемых моренным суглинком с глубины 75 см.

Агрохимические показатели почвы перед закладкой опыта: рН в КСl – 5,11; P_2O_5 (по Кирсанову) – 71, 5 мг/кг; K_2O (по Кирсанову) – 166,9 мг/кг; гумус (по Тюрину) – 1,06–1,55 %; азот (метод Кьельдаля) – 0,056 % от абс. сух.

Фасоль спаржевая сорта Зничка посеяна ленточным способом в четыре строчки 30×8 см. Повторность опытов 4-кратная, расположение вариантов рандомизированное (рис.1). Размер делянки 24 м², учетная площадь делянки 10 м².

Фасоль спаржевая выращивалась на ровной поверхности, сидеральные культуры заделывали в почву фрезой без подвояливания перед посевом фасоли. Для оптимизации физических свойств и борьбы с сорняками проводили обработку почвы между лентами. В лентах прополку выполняли вручную. Сбор урожая однократный.

Из сидеральных культур выращивали овес, масличную редьку и горох. Органические удобрения вносили под предшествующую культуру: кабачок сорта Бонус. В качестве



Рисунок 1 – Вид опытного поля

органического удобрения использовали обеззараженный компост, полученный путем термоаммиачного компостирования (табл. 1).

Технологическая схема приготовления компоста базируется на использовании термодинамических циклов без выброса в атмосферу углекислого газа, аммиака, сероводорода. Этот запатентованный в Республике Беларусь способ позволяет получить обеззараженный компост с высокой удобрительной ценностью, не содержащий патогенной микрофлоры, антибиотиков, сорняков. Обеззараживание навоза во время компостирования происходит за счет формирования термической среды с повышенным содержанием аммиака [12].

Биомассу сидератов определяли в 4-кратной повторности методом контрольных делянок площадью 1 м².

Методика закладки опыта проводилась согласно «Методике полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)» [13].

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант опыта	Сидеральная культура		
	Овес	Редька масличная	Горох
1 (контроль: без сидерата и компоста)	–	–	–
2	Без компоста	Без компоста	Без компоста
3	3 т/га под предшественник	3 т/га под предшественник	3 т/га под предшественник
4	6 т/га под предшественник	6 т/га под предшественник	6 т/га под предшественник
5	9 т/га под предшественник	9 т/га под предшественник	9 т/га под предшественник

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Нами проведен сравнительный анализ влияния различных сидеральных культур (овес, редька масличная, горох) на урожайность фасоли спаржевой при внесении различных доз обеззараженного компоста под предшественник.

Выращивание спаржевой фасоли с использованием в качестве сидерата овса обеспечило значительное повышение урожайности. Так, на контроле получена урожайность спаржевой фасоли всего 2,3 т/га, а при возделывании овса в качестве сидерата – от 4,0 до 4,3 т/га. Этот технологический прием обеспечил повышение урожайности на 1,7–2,0 т/га. Внесение компоста под предшественник не оказало существенного влияния на урожайность спаржевой фасоли (рис. 2).

При использовании редьки масличной в качестве сидерата урожайность фасоли спаржевой составила 3,5–4,2 т/га, что больше, чем на контроле на 1,2–1,9 т/га (рис. 3). Внесение компоста под предшественник в дозе 3 т/га на урожайность не повлияло. Однако при увеличении дозы компоста до 6 т/га получена прибавка урожайности 1,9 т/га. При внесении компоста под предшественник в дозе 9 т/га при сидерации

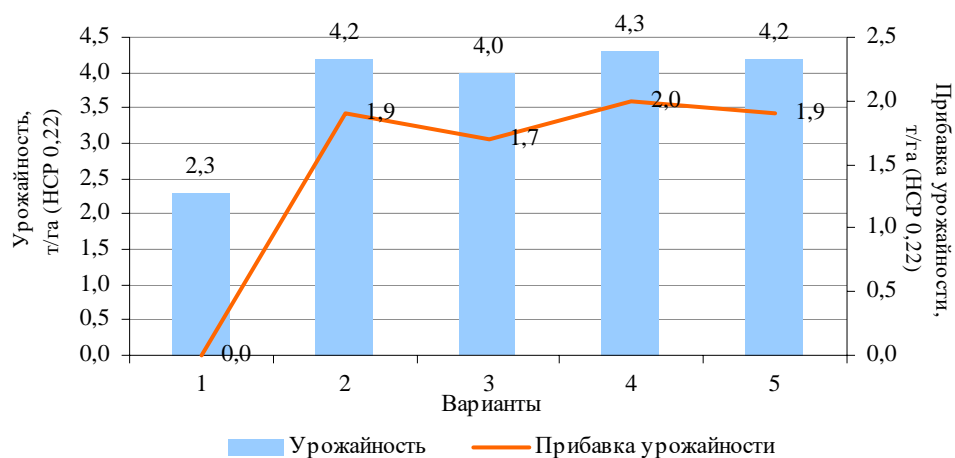


Рисунок 2 – Урожайность спаржевой фасоли по сидерату овес при внесении под предшественник различных доз компоста

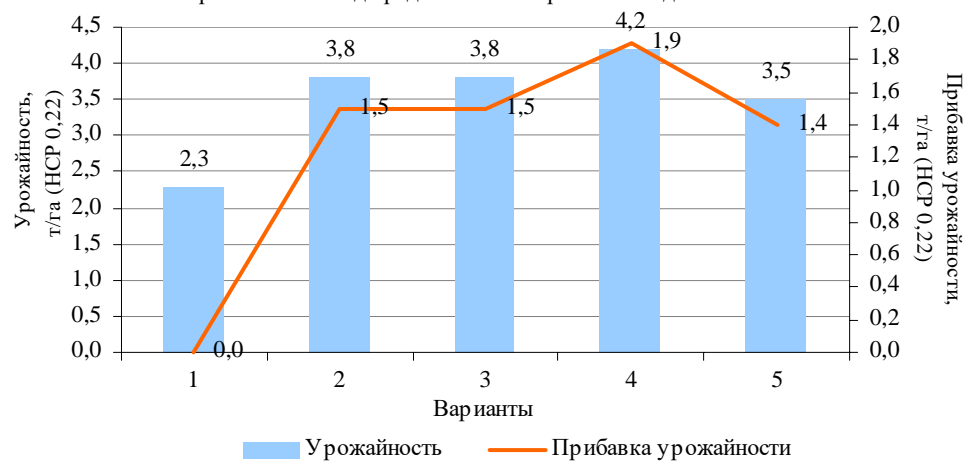


Рисунок 3 – Урожайность спаржевой фасоли по сидерату редька масличная при внесении под предшественник различных доз компоста

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

редькой масличной прибавка урожая оказалась почти такой же, как и при внесении 6 т/га компоста.

Использование гороха как сидерата нецелесообразно. Прибавка урожайности по сравнению с другими изучаемыми сидератами и последствие компоста минимальны (рис. 4).

Совместное положительное влияние сидерации и внесения под предшественник компоста на урожайность фасоли спаржевой установлено при внесении под предшествующую культуру 6 т/га компоста при возделывании в качестве сидерата овса и редьки масличной (рис. 5).

В почве опытного участка содержание органического вещества было типичным для дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы – 2,0–2,1 %. За счет сидерации и внесения обеззараженного компоста под предшествующую культуру содержание органического вещества увеличилось на 0,8–1,3 % (табл. 2). Биомасса сидератов за такой промежуток времени не могла полностью преобразоваться в гумусовые вещества и образовать устойчивый комплекс с минеральной частью почвы, но очевидно, что

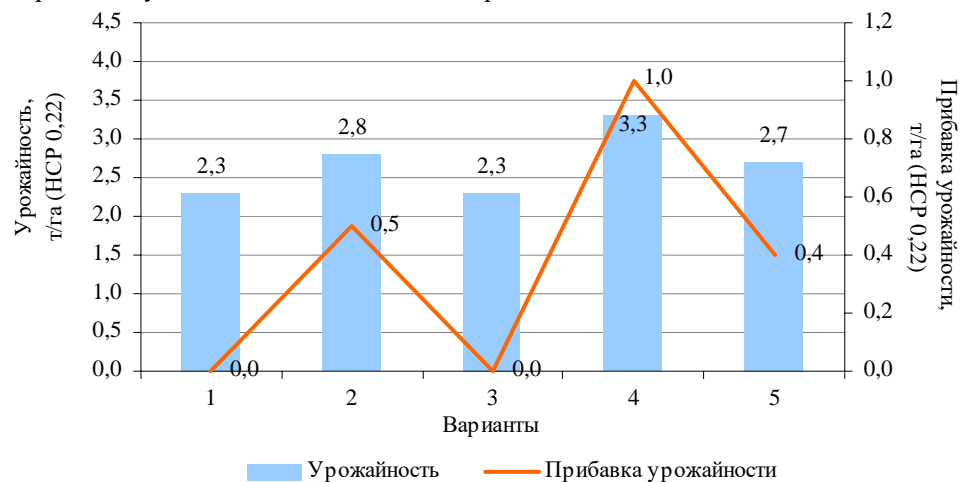


Рисунок 4 – Урожайность спаржевой фасоли по сидерату горох при внесении под предшественник различных доз компоста

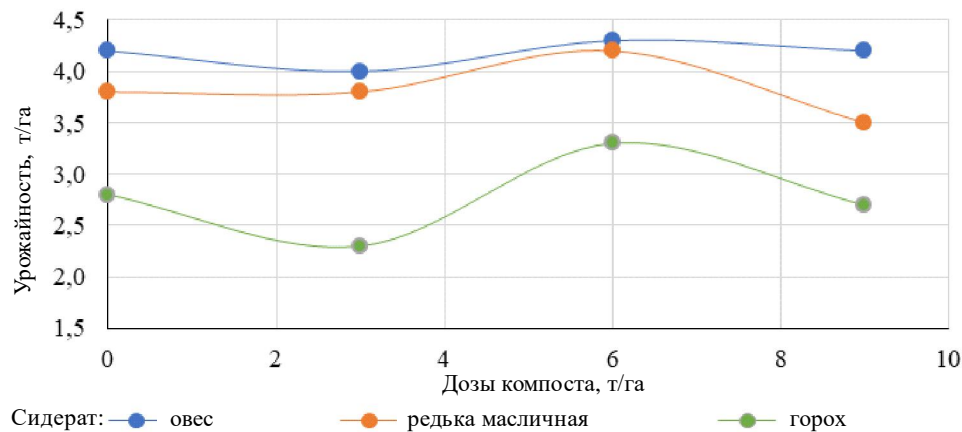


Рисунок 5 – Совместное влияние сидерации и внесения компоста под предшественник на урожайность фасоли спаржевой

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

Таблица 2 – Биомасса сидератов и ее влияние на содержание органического вещества в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Сидерат	Сухая биомасса, т/га	Органическое вещество, % (+ к контролю)
Овес	0,35	1,1
Редька масличная	0,56	1,3
Горох	0,49	0,8
НСР 0,07		НСР 0,15

разработанные технологические приемы обеспечивают получение высоких урожаев фасоли спаржевой, оптимизируют условия произрастания растений и поддержание почвенного плодородия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При возделывании фасоли спаржевой в Центральной природно-климатической области Беларуси на легкосуглинистых почвах целесообразно вносить под предшественник (кабачок) обеззараженный термоаммиачным способом компост (6 т/га). Этот технологический прием в сочетании с сидерацией овсом обеспечивает прибавку урожайности 2,0 т/га, а с редькой масличной – 1,9 т/га. Использование гороха в качестве сидерата нецелесообразно.

Разработанные технологические приемы обеспечивают наряду с ростом урожайности фасоли спаржевой повышение содержания органического вещества в почве на 0,8–1,3 %.

Список литературы

1. О производстве и обращении органической продукции : Закон Респ. Беларусь от 9 нояб. 2018 г. №144-3 // ЭТАЛОНonline. – URL: <https://etalonline.by/document/?regnum=h11800144> (дата обращения: 14.11.2024).
2. Никитина, З. В. Организация экологического сельскохозяйственного производства: сущность, составные элементы, механизмы организации / З. В. Никитина // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2009. – № 1. – С. 13–14.
3. Калачёв, К. Экологизация как основополагающая перспектива развития жизни общества / К. Калачёв // Аграрная экономика. – 2018. – № 7. – С. 59–63.
4. Аутко, А. А. Овощи в жизни человека и экологизированные технологии их производства / А. А. Аутко, Ан. А. Аутко. – Гродно : ООО «ЮрСаПринт», 2022. – 588 с.
5. Спаржевая фасоль: выращивание и сбор урожая // GreenInfo.ru. – URL: https://www.greeninfo.ru/vegetables/phaseolus_vulgaris/sparzhevaya-fasol-vyraschivanie-i-sborurozhaya_art.html (дата обращения: 14.11.2024).
6. Стручковая фасоль // Роскачество : портал для умного покупателя. – URL: <https://rskrf.ru/tips/eksperty-obyasnyayut/polza-i-vred-struchkovoy-fasoli/> (дата обращения: 14.11.2024).
7. Аутко, А. А. Бобовые овощные культуры / А. А. Аутко // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – № 8. – С. 80.
8. Фасоль стручковая / Calorizator. – URL: <https://calorizator.ru/product/vegetable/haricot-2> (дата обращения: 14.11.2024).
9. Эффективность комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений с микроэлементами в технологии возделывания спаржевой фасоли / Г. В. Пироговская,

А. М. Русалович, В. И. Сороко [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1. – С. 163–174.

10. Фасоль спаржевая в Беларуси / А. И. Чайковский, А. А. Аутко, Г. П. Янковская, [и др.]. – Минск : Типография ВЮА, 2009. – 168 с.

11. Технология выращивания спаржевой фасоли. – URL: <https://profsemena.by/blogs/blog/tehnologiya-vyraschivaniya-sparzhevoy-fasoli> (дата обращения: 14.11.2024).

12. Патент BY 18125, C05F3/00, C05F17/00. Способ приготовления компоста многоцелевого назначения : опубл. 30.04.2014 г. / Гринчик Н. Н., Козловская И. П., Горбачев Н. М., Драгун В. Л., Жданок В. А., Тиво П. А. ; заявитель и патентообладатель ИТМО НАН Беларуси. – 7 с.

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

Поступила в редакцию 02.12.2024 г.

I. P. KOZLOVSKAYA, YU. V. VINOKUROVA-LABUNSKAYA

ECOLOGIZATION OF TECHNOLOGICAL METHODS FOR CULTIVATING GREEN BEANS ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAM SOILS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

SUMMARY

The study investigated the effect of green manure crops (oats, oilseed radish, peas) combined with the application of thermally and ammonia-treated compost to the preceding crop on the yield of green beans grown in the Central natural and climatic region of Belarus on light loam soils. It was found that using oats and oilseed radish as green manure, along with the application of 6 t/ha of compost to the preceding crop, increased the yield by 2.0 and 1.9 t/ha, respectively. The use of peas as green manure was deemed impractical. The developed technological methods not only increase the yield of green beans but also enhance the organic matter content in the soil by 0.8–1.3 %.

Key words: green beans; green manure crops; thermal ammonia composting; yield; dry biomass; soil organic matter.

УДК 635.25:632.952.02

Н. П. Купреенко, кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий отделом холодостойких овощных культур
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДА МИРАВИС, СК В ЗАЩИТЕ ПОСЕВОВ ЛУКА РЕПЧАТОГО ОТ СТЕМФИЛИОЗА И АЛЬТЕРНАРИОЗА

РЕЗЮМЕ

*Защита посевов лука репчатого от комплекса болезней является наиболее актуальным вопросом получения стабильно высоких урожаев культуры в условиях Беларуси. В результате проведенных исследований установлена высокая эффективность использования фунгицида Миравис, СК против полусапрофитных анаморфных грибов *Stemphylium allii*, *Stemphylium botryosum*, *Stemphylium vesicarium*, *Alternaria porri*.*

Применение препарата позволило получить достоверную прибавку как лука репки при выращивании в однолетней и двулетней культуре, так и семян лука.

Ключевые слова: лук репчатый; болезни; виды; распространенность; вредоносность; урожайность; Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Вредители и болезни представляют серьезную угрозу для продовольственной безопасности, торговли продовольствием и источников средств к существованию населения во всем мире. По данным ФАО, ежегодно в мире из-за болезней и вредителей растений теряется до 40 % урожая сельскохозяйственных культур. Этот фактор является одной из основных причин, снижающих продуктивность и качество овощной продукции, а следовательно, и рентабельность выращивания овощей [1].

Несмотря на свою бактерицидность, лук репчатый постоянно подвергается угрозе поражения многими грибными, бактериальными и другими заболеваниями. В связи с этим борьбе с болезнями луковых культур необходимо уделять большое внимание, так как потери от них могут составить половину урожая, а в отдельные неблагоприятные годы и более.

В период вегетации наряду с основным заболеванием лука – ложной мучнистой росой, возбудителем которого является грибок *Peronospora destructor* (Casp.), существенный ущерб растениям (что, следовательно, приведет к снижению их продуктивности) могут наносить полусапрофитные анаморфные грибы, вызывающие пятнистости листьев.

Эти грибы полупаразиты поселяются на пораженной (или поврежденной) поверхности листьев или цветоносов лука. В условиях Беларуси черную плесень или бурую пятнистость вызывают грибы *Stemphylium allii*, *Stemphylium botryosum*, *Stemphylium vesicarium*, *Alternaria porri* [2]. В связи с этим наряду с проведением защитных мероприятий против пероноспороза следует уделить внимание и защите лука от пятнистостей листьев, которые, снижая фотосинтетический потенциал растений, существенно влияют на урожайность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в 2021–2023 гг. в секторе луковых культур РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Объектами исследований являлись фунгицид Миравис, СК, посевы лука репчатого в однолетней (сорт Скарб литвинов) и двулетней (сорт Ветразь) культурах, а также его семенники (сорт Ветразь) и возбудители болезней.

Миравис, СК – инновационный мощный фунгицид, предназначенный для защиты плодовых и овощных культур открытого грунта от широкого спектра грибных заболеваний. Действующее вещество – 200 г/л пиdifлуметофен (Адепидин), препаративная форма – СК (суспензионный концентрат), производитель – Syngenta (Швейцария).

Предмет исследований – распространенность и вредоносность заболеваний, урожайность и товарность лука. Материалом для изучения служили пораженные вегетативные органы растений, растения и луковицы лука репчатого.

Изучение степени распространения болезни рассчитывали по формуле [3]:

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

где P – распространенность болезни, %;

n – количество пораженных растений, шт.;

N – общее количество учтенных растений, шт.

Интенсивность проявления болезни определяли глазомерно по площади пораженной поверхности листьев растений, используя специально разработанные шкалы (в баллах), представленные в классификаторе [4].

Полевые опыты закладывали согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [5]. Растения лука выращивались по технологиям согласно отраслевому регламенту ОР МСХП РБ 0215-2010 (табл. 1) [6].

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант/препарат	Норма расхода, л/га	Площадь, м ²	Кратность обработки
1. Контроль (без обработки фунгицидом)	–	14×4	–
2. Беллис, СК (эталон)	0,8	14×4	1 (А)
3. Миравис, СК	0,35	14×4	2 (А, В)
4. Миравис, СК	0,5	14×4	2 (А, В)
5. Миравис, СК	0,35	14×4	3 (А, В, С)
6. Миравис, СК	0,5	14×4	3

Исследования проводились на естественном инфекционном фоне.

Идентификацию возбудителей болезней проводили по «Определителю болезней растений» [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Фитомониторинг посевов в период вегетации показал, что в годы проведения исследований развитие пятнистостей листьев лука репчатого отмечалось как умеренное в 2021–2022 гг. и как депрессивное в 2023 г.

Учет развития пятнистостей на листьях лука репчатого перед первой обработкой не выявил поражения болезнью как в культуре лука из севка, так и на семенниках,

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

и в культуре из семян. При учете перед второй обработкой на контрольном варианте отмечено умеренное развитие патогена (2021, 2022 гг.) или слабое (2023 г.), в то время как при применении фунгицида Миравис, СК в обеих дозах отмечено полное или существенное снижение поражения стемфилиозом и альтернариозом листьев лука.

Высокая биологическая эффективность подавления развития пятнистостей листьев у изучаемого фунгицида отмечена на протяжении всех проводимых учетов. Максимально высокое значение эффективности ингибирования развития болезней в фазу начала вызревания луковиц отмечено в варианте 3-кратного внесения препарата в дозе 0,5 л/га – 98,1 % на луке из семян, 96,8 – на луке из севка и 96,2 % – на семенных растениях (табл. 2–4). В эталоне Беллис, СК 0,8 л/га этот показатель составлял 9,4, 16,0 и 12,8 % соответственно. За 10 дней до уборки эффективность препарата Миравис, СК также оставалась на высоком уровне (92,5–91,0 %).

Обработка растений препаратом Миравис, СК позволила снизить развитие пятнистостей листьев лука репчатого, сохраняя более длительный период фотосинтетической способности листьев, что обеспечило повышение урожайности луковиц. Трехкратное применение препарата в дозе 0,5 л/га обусловило достоверную ($НСР_{05} = 0,91$) прибавку 7,5 т лука репки с каждого гектара, или 30,4 %, при выращивании лука из семян и 7,3 т (21,1 %) при выращивании из севка ($НСР_{05} = 0,87$) (табл. 2, 3).

Кроме того, применение фунгицида существенно повлияло на выход товарной продукции. Так, доля товарной продукции при выращивании лука из севка с 3-кратным применением 0,5 л/га препарата Миравис, СК увеличилась на 9,8 %, а при выращивании из семян – на 10,6 %.

Использование фунгицида Миравис, СК на семенниках лука обеспечило достоверную прибавку урожайности семян по всем вариантам опыта (табл. 4). Наиболее существенной она оказалась при 3-кратном применении препарата в дозе 0,35 и 0,5 л/га – 1,45–1,5 ц/га (59,4–61,5 %). Достаточно эффективно при умеренном и депрессивном развитии болезней и 2-кратное применение Миравис, СК: урожайность семян увеличилась на 44,3 и 54,9 %.

Таблица 2 – Хозяйственно-биологическая эффективность применения фунгицида Миравис, СК в посевах лука репчатого из севка, сорт Ветразь, 2021–2023 гг.

Вариант	Норма расхода, л/га	Развитие пятнистостей листьев, %	Биологическая эффективность, %	Масса луковицы, г	Урожайность			Товарность, %
					т/га	± к контролю		
						т/га	%	
1. Контроль (без обработки фунгицидом)	–	37,5	–	87,5	34,6	–	–	86,4
2. Беллис, СК (эталон)	0,8	31,5	16,0	91,0	35,4	0,8	2,3	90,2
3. Миравис, СК (А, В)	0,35	7,0	81,3	95,5	37,0	2,4	6,9	91,4
4. Миравис, СК (А, В)	0,5	2,5	93,3	102	39,1	4,5	13,0	95,5
5. Миравис, СК (А, В, С)	0,35	2,7	92,8	97,0	37,8	3,2	9,2	95,0
6. Миравис, СК (А, В, С)	0,5	1,2	96,8	105	41,9	7,3	21,1	96,2
$НСР_{05}$						0,87		

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

Таблица 3 – Хозяйственно-биологическая эффективность применения фунгицида Миравис, СК в посевах лука репчатого из семян, сорт Скарб литвинов, 2021–2023 гг.

Вариант	Норма расхода, л/га	Развитие пятнистостей листьев, %	Биологическая эффективность, %	Масса луковицы, г	Урожайность			Товарность, %
					т/га	± к контролю		
						т/га	%	
1. Контроль (без обработки фунгицидом)	–	32,0	–	59,2	24,7	–	–	83,1
2. Беллис, СК (эталон)	0,8	29,0	9,4	61,0	27,4	2,7	10,9	88,2
3. Миравис, СК (А, В)	0,35	5,5	82,8	61,3	27,5	2,8	11,3	92,5
4. Миравис, СК (А, В)	0,5	2,5	92,2	75,9	29,6	4,9	19,8	92,7
5. Миравис, СК (А, В, С)	0,35	2,5	92,2	74,0	28,9	4,2	17,0	92,0
6. Миравис, СК (А, В, С)	0,5	0,6	98,1	81,0	32,2	7,5	30,4	93,7
НСР ₀₅					0,91			

Таблица 4 – Хозяйственно-биологическая эффективность применения фунгицида Миравис, СК на семенниках лука репчатого, сорт Ветразь, 2021–2023 гг.

Вариант	Норма расхода, л/га	Развитие пятнистостей листьев, %	Биологическая эффективность, %	ц/га	Урожайность		Всхожесть семян, %	Масса 1 000 семян, г
					± к контролю			
					ц/га	%		
1. Контроль (без обработки фунгицидом)	–	39,0	–	2,44	–	–	88,0	3,65
2. Беллис, СК (эталон)	0,8	34,0	12,8	2,70	0,26	10,7	91,0	3,70
3. Миравис, СК (А, В)	0,35	12,0	69,2	3,52	1,08	44,3	93,0	3,74
4. Миравис, СК (А, В)	0,5	5,5	85,9	3,78	1,34	54,9	95,0	3,72
5. Миравис, СК (А, В, С)	0,35	3,0	92,3	3,89	1,45	59,4	95,0	3,80
6. Миравис, СК (А, В, С)	0,5	1,5	96,2	3,94	1,5	61,5	97,0	3,82
НСР ₀₅					0,14			

Применение фунгицида также положительно сказалось и на качестве семян. Так, всхожесть семян по всем вариантам опыта соответствовала 1 классу и составила 93–97 %, тогда как на контроле – 88 %. Несколько выше была и масса 1 000 семян.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты изучения влияния фунгицида Миравис, СК при возделывании лука репчатого на развитие пятнистостей листьев свидетельствуют, что его использование обеспечивает увеличение урожайности луковиц на 7,3 т/га при выращивании в двухлетней культуре и на 7,5 т/га при выращивании из семян, или на 21,1 и 30,4 % соответственно, за счет снижения поражения листового аппарата – на 96,8 и 98,1 %.

Применение препарата на семенниках лука позволяет получить дополнительно до 60 % семян и повысить их качественные показатели до 1 класса.

Список литературы

1. Фитопатология / О. О. Белошапкина, Ф. С. Джалилов, С. И. Чебаненко, А. Н. Смирнов ; под ред. О. О. Белошапкиной. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 288 с.
3. Основные методы фитопатологических исследований / А. Е. Чумаков, И. И. Минкевич, Ю. И. Власов, Е. А. Гаврилова. – М. : Колос, 1974. – 190 с.
4. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ лука репчатого (*Allium cepa* L.). – ЧССР, Оломоуц, 1980. – 42 с.
5. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. А. К. Жуковского, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буга. – Минск : Колорград, 2024. – 462 с.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси ; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2010. – 520 с.
7. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков, Т. Л. Доброзракова, К. М. Степанов, М. Ф. Летова. – Л. : Колос, 1966. – 592 с.

Поступила в редакцию 26.11.2024 г.

N. P. KUPREENKO

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE FUNGICIDE MIRAVIS, SC IN PROTECTING ONION CROPS FROM STEMPHYLIUM AND ALTERNARIA DISEASES

SUMMARY

*Protection of onion crops from a complex of diseases is a key issue in achieving consistently high yields in Belarus. As a result of the research, the high effectiveness of the fungicide Miravis, SC against semi-saprophytic fungi *Stemphylium allii*, *Stemphylium botryosum*, *Stemphylium vesicarium*, and *Alternaria porri* was established.*

The use of the preparation resulted in a significant increase in onion yield under both one-year and two-year cultivation systems, as well as in seed production.

Key words: onion; diseases; species; prevalence; harmfulness; yield; Belarus.

УДК 635.262:631.895

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЧЕСНОКА ЯРОВОГО

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты использования органоминеральных удобрений в посевах чеснока ярового в условиях Беларуси.

Установлено, что применение данного вида удобрений в дозе $N_{112}P_{72}K_{112}$ положительно влияет как на рост и развитие растений культуры, так и на их продуктивность. В зависимости от используемого сорта урожайность луковиц увеличилась на 36,8–38,2 % при товарности продукции 85,0–91,0 %, что достоверно выше, чем при выращивании без применения удобрений и внесении простых минеральных удобрений.

Применение данного вида удобрений экономически оправдано и позволяет получить значительную дополнительную прибыль.

Ключевые слова: чеснок яровой; удобрения; урожайность; фенология; биометрические показатели; урожайность; эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Чеснок является одной из наиболее ценных овощных культур, что связано с его уникальным биохимическим и минеральным составом. Среди овощных культур чеснок занимает одно из ведущих мест как по объему продаж (14-е место на мировом продовольственном рынке), так и по шкале востребованности населением (7-е место) [1].

В последние годы в Республике Беларусь остро стоит вопрос обеспечения населения и перерабатывающей промышленности чесноком собственного производства. Большая доля потребности в этой культуре удовлетворяется за счет импорта. Основным производителем и поставщиком чеснока на мировой рынок является Китай. В нашу страну чеснок импортируется главным образом из этой страны. Аналогичная ситуация во многих странах. Большое количество дешевого китайского чеснока привело к резкому спаду его производства в Европе [1]. В целом на долю Китая приходится более 75 % объемов выращивания и экспорта.

Однако биохимические показатели импортируемых сортов хуже отечественных. Так, например, чеснок, завезенный из Китая, содержит существенно большее количество хрома и никеля [2]. В настоящее время не представляется возможным отследить регламент применения пестицидов китайскими производителями во время возделывания культуры и остаточное их содержание в товарной продукции. Для увеличения сохранности и товарного вида чеснок также подвергается обработке химическими веществами, которые могут отрицательно влиять на здоровье человека.

Удовлетворить внутренний спрос и снизить завышенные цены на мировом рынке можно только за счет организации собственного производства чеснока. Для того

чтобы перейти на обеспечение чесноком собственного производства, повысить его конкурентоспособность, необходимо значительно увеличить урожайность и посевные площади.

В республике в последние годы наблюдаются экстремальные условия для перезимовки озимых форм чеснока. Нестабильные погодные условия зимы с длительными периодами оттепели приводят к отрастанию озимого чеснока, что приводит к частичной его гибели и значительному снижению урожайности. Из-за сильных морозов при отсутствии снежного покрова наблюдается его вымерзание на 60–80 %. Еще одним недостатком озимой формы является короткий период хранения. В связи с биологическими особенностями озимые и яровые сорта чеснока имеют неодинаковую продолжительность периода покоя. Потери в массе луковиц ярового чеснока значительно меньше, чем озимого [3].

Поскольку полезные свойства чеснока проявляются только в свежем виде, возделывание яровых форм позволяет более полно удовлетворять запросы населения и продлить срок потребления свежей продукции в течение года.

Чеснок, как и большинство из почти 1 000 видов растений рода *Allium*, имеет слабо развитую мочковатую корневую систему, большая часть которой располагается в поверхностном слое почвы (на глубине 5–50 см) и лишь отдельные корни достигают глубины 80 см. Поглощающая способность корней небольшая, поэтому чеснок требователен к плодородию и влажности почвы. Особенно это касается яровых нестрелкующихся сортов, имеющих менее мощный габитус растений, чем озимые стрелкующиеся сорта.

В связи с этим разработка системы питания растений чеснока ярового является основным фактором повышения его урожайности и товарности продукции. Перспективным в совершенствовании системы внесения удобрений под эту культуру является применение комплексных органоминеральных гранулированных удобрений пролонгированного действия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на опытном поле РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2023–2024 гг. Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризуется следующими показателями: rN_{KCl} – 6,2, содержание гумуса – 2,4–2,5 %, подвижных форм P_2O_5 и K_2O – 248 и 152 мг/кг почвы соответственно

Объектами исследований являлись сорта чеснока ярового Ярвинит и Лагодны. Агрохимическая характеристика комплексного гранулированного органоминерального удобрения: не менее 14 % азота, не менее 9 – фосфора (P_2O_5) и не менее 14 % калия (K_2O). Эталонная доза удобрений $N_{96}P_{96}K_{120}$ вносилась в виде простых удобрений: карбамид, суперфосфат и калий хлористый.

Предмет исследований – фенологические и морфологические признаки растений чеснока, урожайность и качество продукции, распространенность и вредоносность заболевания. Материалом для изучения служили пораженные вегетативные органы растений, растения и луковицы чеснока.

Агротехника выращивания чеснока общепринятая для лабораторно-полевых опытов, с использованием капельного полива.

Наблюдения и учеты проводились согласно существующим методикам Б. А. Доспехова [4] и С. С. Литвинова [5].

Определение площади листьев проводили методом промеров, который подходит для культур с линейной формой листьев. Из каждой пробы методом случайной выборки

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

выбирали по 10 зеленых листьев, взвешивали их и определяли площадь методом линейных измерений по длине (Д) и наибольшей ширине (Ш). Площадь измеренных листьев (S) рассчитывают по формуле:

$$S = D_{\text{ср}} \times Ш_{\text{ср}} \times 0,7 \times n,$$

где n – число измеренных листьев.

Статистическая обработка полученных в результате исследований данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову с использованием табличного процессора Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Фотосинтез является основополагающим фактором развития растений и формирования урожайности [6]. Продуктивность фотосинтеза растений определяется двумя главными показателями – суммарной площадью листьев (ассимилирующей поверхностью) и интенсивностью прироста сухого вещества в расчете на единицу площади листьев в сутки [7].

Проведенные биометрические измерения и фенологические наблюдения показали, что использование удобрений положительно повлияло как на изменение морфометрических показателей растений чеснока ярового (табл. 1), так и на продолжительность этапов органогенеза (табл. 2), причем внесение органоминерального удобрения оказалось более эффективным.

Так, высота растений у сортов Ярвинит и Лагодны увеличилась при использовании простых минеральных удобрений на 4 см, а органоминерального – на 6 см. Использование органоминерального удобрения более существенно повлияло и на другие показатели, что в целом привело к значительному росту площади листовой поверхности. У сорта Ярвинит она увеличилась на 24,9 см² (31,0 %) при применении простых удобрений и на 59,7 см² (74,4 %) при использовании органоминерального удобрения пролонгированного действия. У сорта Лагодны площадь листьев возросла соответственно на 57,6 см² (49,9 %) и на 106,2 см² (91,9 %).

Применение удобрений повлияло и на продолжительность периода вегетации чеснока, что также привело к росту урожайности. Использование простых удобрений
Таблица 1 – Результаты биометрических измерений растений чеснока ярового при оценке эффективности применения удобрений

Вариант	Высота растений, см	Количество листьев, шт.	Длина листа, см	Ширина листа, см	Площадь листовой поверхности, см ²	Диаметр стебля, см
Ярвинит, st.						
Без удобрений (контроль)	37,0	7,3	24,3	1,0	80,2	0,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (эталон)	41,0	8,0	26,5	1,1	105,1	0,9
N ₁₁₂ P ₇₂ K ₁₁₂ (органоминеральное удобрение)	43,0	8,5	30,6	1,2	139,9	1,1
Лагодны						
Без удобрений (контроль)	41,0	7,5	28,0	1,1	115,5	0,9
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (эталон)	45,0	8,0	33,3	1,3	173,1	1,1
N ₁₁₂ P ₇₂ K ₁₁₂ (органоминеральное удобрение)	47,0	9,0	35,2	1,4	221,7	1,3
HCP ₀₅	0,52	0,38	0,32	0,07	7,14	0,05

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

Таблица 2 – Результаты фенологических наблюдений за ростом растений чеснока ярового

Вариант	Этапы органогенеза по шкале ВВСН							
	05	09	12	16	19	41	45	49
Ярвинит, st.								
Без удобрений (контроль)	02.05	08.05	20.05	03.06	20.06	03.07	19.07	27.07
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (эталон)	02.05	08.05	19.05	31.05	15.06	30.06	23.07	03.08
N ₁₁₂ P ₇₂ K ₁₁₂ (органоминеральное удобрение)	02.05	08.05	17.05	28.05	11.06	26.06	25.07	05.08
Лагодны								
Без удобрений (контроль)	02.05	08.05	20.05	03.06	18.06	05.07	22.07	01.08
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (эталон)	02.05	08.05	18.05	30.05	14.06	30.06	23.07	05.08
N ₁₁₂ P ₇₂ K ₁₁₂ (органоминеральное удобрение)	02.05	08.05	17.05	30.05	12.06	02.07	27.07	08.08

увеличило период от всходов до полегания растений на 7 дней у сорта Ярвинит и на 4 дня у сорта Лагодны, тогда как применение органоминерального удобрения увеличило его на 9 и 7 дней соответственно.

Положительное влияние удобрений на рост и развитие растений существенно отразилось на их продуктивности и урожайности (табл. 3). Урожайность чеснока обоих сортов при внесении органоминерального удобрения была значительно выше, чем в контрольном варианте и при внесении простых минеральных удобрений. У сорта Ярвинит она составила 9,3 т/га (прибавка к контролю 36,8 %, к эталону – 10,7 %). У сорта Лагодны эти показатели несколько выше: урожайность 10,5 т/га, прибавка 38,2 и 11,7 % соответственно.

Использование органоминерального удобрения значительно увеличило выход товарной продукции. Так, у сорта Ярвинит он составил 85 %, у сорта Лагодны – 91 %, что соответственно на 5,5 и 9,9 % выше, чем на контроле.

Расчет окупаемости удобрений при выращивании чеснока ярового показал, что внесение как простых минеральных удобрений, так и комплексного органоминерального удобрения пролонгированного действия экономически оправдано (табл. 4).

Внесение эталонной дозы N₉₀P₉₀K₁₂₀ дает 9 250 руб/га дополнительной прибыли при выращивании сорта Ярвинит и 16 250 руб/га при выращивании сорта Лагодны. При использовании дозы N₁₁₂P₇₂K₁₁₂ в виде органоминерального удобрения дополнительная

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность использования удобрений при выращивании чеснока ярового

Вариант	Средняя масса луковицы, г	Урожайность, т/га	Прибавка, %		Товарность, %
			контроль	эталон	
Ярвинит, st.					
Без удобрений (контроль)	24,3	6,8	–	–	79,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (эталон)	30,1	8,4	23,5	–	82,5
N ₁₁₂ P ₇₂ K ₁₁₂ (органоминеральное удобрение)	33,2	9,3	36,8	10,7	85,0
Лагодны					
Без удобрений (контроль)	27,1	7,6	–	–	81,1
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ (эталон)	34,4	9,4	23,7		87,7
N ₁₁₂ P ₇₂ K ₁₁₂ (органоминеральное удобрение)	36,7	10,5	38,2	11,7	91,0
НСР ₀₅	0,78	0,47			

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

Таблица 4 – Экономическая эффективность применения удобрений при выращивании чеснока ярового

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		Стоимость удобрений, руб.	Окупаемость	
		т/га	руб.		руб.	раз
Ярвинит, st.						
Без удобрений (контроль)	6,8	–	–			
N ₉₆ P ₉₆ K ₁₂₀ (эталон)	8,4	1,6	11 200	1 450	9 250	7,72
N ₁₁₂ P ₇₂ K ₁₁₂ (органоминеральное удобрение)	9,3	2,5	17 500	1 980	15 020	7,83
Лагодны						
Без удобрений (контроль)	7,6	–	–			
N ₉₆ P ₉₆ K ₁₂₀ (эталон)	9,4	2,6	18 200	1 450	16 250	11,55
N ₁₁₂ P ₇₂ K ₁₁₂ (органоминеральное удобрение)	10,5	3,7	25 900	1 980	23 420	12,08
НСР ₀₅	0,47					

прибыль значительно выше и составляет на сорте Ярвинит 15 020 руб/га и 23 420 руб/га на сорте Лагодны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований использования органоминеральных удобрений при выращивании чеснока ярового установлено, что применение данного вида удобрений в дозе N₁₁₂P₇₂K₁₁₂ положительно влияет как на рост и развитие растений культуры, так и на их продуктивность. В зависимости от используемого сорта урожайность луковиц составила 9,3 и 10,5 т/га при товарности продукции 85–91 %, что достоверно выше, чем при выращивании без применения удобрений и внесении простых минеральных удобрений.

Применение данного вида удобрений экономически оправдано и позволяет получить значительную дополнительную прибыль.

Список литературы

1. Попков, В. А. Чеснок: биология, технология, экономика / В. А. Попков. – Минск : Наша идея, 2012. – 768 с.
2. Алексеева, Т. В. Усовершенствование способа производства чеснока озимого (*Allium sativum* L.) из воздушных луковичек : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Алексеева Татьяна Вячеславовна ; ФГБНУ «ФНЦО» . – М., 2018. – 24 с.
3. 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 плодовоовощеводству ; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. – Т. 1. – С. 36–42.
4. 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.
5. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – М. : Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства, 2011. – 648 с.

6. Физиология растений : учебник для студентов вузов / Н. Д. Алехина, Ю. В. Балнокин, В. Ф. Гавриленко [и др.] ; под ред. И. П. Ермакова. – М. : Изд. центр «Академия», 2007. – 640 с.

7. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений / А. А. Ничипорович. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 158 с.

Поступила в редакцию 26.11.2024 г.

N. P. KUPREENKO, V. V. KORETSKIY

EFFICIENCY OF THE USE OF COMPLEX ORGANOMINERAL FERTILIZERS OF PROLONGED ACTION IN THE CULTIVATION OF SPRING GARLIC

SUMMARY

The results of the use of organomineral fertilizers in spring garlic crops in Belarus are presented.

It has been established that the use of this type of fertilizers in a dose of $N_{112}P_{72}K_{112}$ has a positive effect on both the growth and development of plants of the crop and their productivity. Depending on the variety used, the yield of bulbs increased by 36.8–38.2 % with the marketability of products at 85.0–91.0 %, which is significantly higher than when growing without the use of fertilizers and applying simple mineral fertilizers.

The use of this type of fertilizer is economically justified and allows for obtaining significant additional profit.

Key words: spring garlic; fertilizers; yield; phenology; biometric indicators; productivity; efficiency.

УДК 573.6:635.64

Т. В. Никонович¹, кандидат биологических наук, доцент,
доцент кафедры селекции и биотехнологии растений

А. В. Кильчевский², академик НАН Беларуси, доктор биологических
наук, профессор, главный научный сотрудник

Ю. В. Трофимов³, кандидат технических наук, директор

¹ Учреждение образования «Белорусская государственная орденов
Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия», г. Горки, Могилевская область

² Государственное научное учреждение «Институт генетики и цитологии
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск

³ Республиканское научно-производственное унитарное предприятие
«Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск

ВЛИЯНИЕ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА РЕГЕНЕРАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ *SOLANUM CHILENSE* В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

РЕЗЮМЕ

*Представлены результаты оценки регенерационного потенциала изолированных сегментов семядолей *Solanum chilense* в условиях *in vitro* при различном светодиодном освещении. Установлено, что формирование побегов из соматических клеток исходного экспланта индуцируют не только регуляторы роста в искусственной питательной среде, но и спектральный состав света. Варианты освещения с потоком фотонов в диапазоне длин волн 400–800 нм 70,1; 73,3; 67,9 мкмоль/с и спектральным соотношением R/B (красный / синий) соответственно 1,3; 3,1 и 19,7 стимулировали процессы регенерации побегов из сегментов семядолей *Solanum chilense*. Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований по договору № Б24-056.*

Ключевые слова: томат; *Solanum chilense*; регенерация; *in vitro*; светодиодное освещение.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время растительные клеточные культуры используются в качестве инструмента для физиолого-биохимических, генетических и биотехнологических исследований. Соматические клетки растений обладают уникальной способностью к регенерации, то есть к возобновлению деления, дифференциации, в результате чего формируются отдельные ткани, органы или целый растительный организм. В этом проявляется свойство тотипотентности растительных клеток как способности реализовать генетическую программу развития с образованием целого организма [1].

Выявление генотипов растений, имеющих повышенный регенерационный потенциал, позволит значительно ускорить результативность клеточной селекции и повысить ее продуктивность. Следует предположить, что подобными свойствами могут обладать растения, относящиеся к диким видам. Работа с дикими видами томата в культуре *in vitro* направлена на изучение особенностей их регенерации в контролируемых

условиях, что даст возможность включать эти объекты в селекционные программы по улучшению комплекса ценных признаков и свойств данной культуры. Одним из подходов, решающих эти задачи, является анализ происхождения и биологических особенностей диких видов томата с целью создания оптимальных контролируемых условий для реализации ими регенерационного потенциала [1, 2].

Вид диких томатов *Solanum chilense* относится к семейству пасленовых (рис. 1). Произрастает на западном склоне Анд от департамента Такна на юге Перу до севера Чили, на гиперзасушливых скалистых равнинах и прибрежных пустынях от уровня моря до 3 000 м. Представляют собой мощные многолетние растения, прямостоячие, переходящие в полегающие, деревянистые у основания, до 1 м высотой, до 1 м в диаметре, изредка стелющиеся в каменистых местообитаниях. Стебли диаметром у основания 8–12 мм, сероватые, густо бархатисто опушенные. Листья прерывистые, непарноперистые, 7–13 см длины, 2,5–6,5 см ширины, серовато-зеленые, бархатисто опушенные. Соцветия 6–20 см, обычно разветвленные с 20–50 цветками. Цветки имеют венчик 2,0–2,6 см в диаметре, звездчатый, ярко-желтый. Плод 1,0–1,5 см в диаметре, шаровидный, 2–5-гнездный, зеленовато-белый с пурпурными полосками по краям гнезда при созревании. Примечательно, что растения *Solanum chilense* обладают определенной степенью устойчивости к факторам внешней среды, в том числе и различным патогенам. Кроме того, плоды содержат значительное количество антоцианов – это делает их хорошими донорами указанного признака [2, 3].

При работе на клеточном уровне важно определить условия *in vitro*, стимулирующие проявление восстановительных способностей растительными клетками. Выявление физических факторов, вызывающих реализацию тотипотентности культивируемыми *in vitro* соматическими клетками, является перспективным направлением. Для этого предпочтительно использование установок на основе света искусственных диодов. Обладая низким энергопотреблением, светодиодные светильники позволяют



а



б

Рисунок 1 – Внешний вид растения (а) и плодов (б) *Solanum chilense*

сократить расходы на освещение. Многообразие световых решений создает определенный спектр света как для конкретной культуры, так и для конкретного регенерационного процесса. Следовательно, оптимизация освещения для успешного морфогенеза и регенерации растений в условиях *in vitro* требует тщательных исследований, позволяющих получать желаемый результат с минимальным количеством в составе искусственной питательной среды регуляторов роста или без них [4, 5].

Целью данной работы было выявление оптимального спектрального состава светодиодного освещения для регенерационных процессов из изолированных сегментов семядолей *Solanum chilense* в культуре *in vitro*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Научная работа выполнялась в условиях биотехнологической лаборатории кафедры селекции и биотехнологии растений УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». В культуру *in vitro* вводились семена *Solanum chilense*, из которых получали проростки – источники стерильных эксплантов. Для этого плоды без механических повреждений предварительно отмывались проточной водой, затем в условиях ламинарного бокса обрабатывались 96 % этанолом и поджигались. Процедура обработки плодов спиртом и их поджигания повторялась трижды [6]. Затем плоды вскрывались, семена отделялись и помещались по одному в стерильные пробирки с питательной средой Мурасиге-Скута [7]. Данный метод стерилизации позволял получать 100 % абсолютно чистых жизнеспособных семян. Культивирование осуществлялось при температуре +22–23 °С в условиях полной темноты в течение 10–14 дней. В качестве первичных эксплантов использовались сегменты этиолированных семядолей, которые пересаживались на питательную среду для регенерации, содержащую экзогенные регуляторы роста: 6-бензиламинопурин и индолилуксусную кислоту. Регенерационный процесс осуществлялся в культуральном помещении с автоматическим климат-контролем, где установлены экспериментальные источники светодиодного освещения. Варианты светодиодных светильников обозначены порядковыми номерами, присвоенными им согласно общей нумерации, используемой в лаборатории. Вариант 4 – светодиодная лента 50 % Red + 50 % Green с плотностью потока фотонов – $5,1 \pm 1,8$ мкмоль/м²·с. Вариант 5 – светодиодная лента RT 2 – 500 12V White с плотностью потока фотонов – $5,3 \pm 1,4$ мкмоль/м²·с. Вариант 8 – светодиодная лента RT 2 – 500 12V Green 525 нм с плотностью потока фотонов – $9,2 \pm 2,5$ мкмоль/м²·с. Вариант 10 – светодиодная лента RT 2 – 500 12V Blue 470 нм с плотностью потока фотонов – $0,7 \pm 0,3$ мкмоль/м²·с. Варианты 12–21 – это модельный ряд светодиодных светильников серии «Светодар» производства Государственного предприятия «ЦСОТ НАН Беларуси». В этих светильниках отношение ППФ (плотность потока фотонов в диапазоне 400–700 нм) оранжево-красной полосы (607–694 нм) к ППФ синей полосы (400–495 нм) варьировалось от 1 до 20. При этом доля ППФ в диапазоне 580–607 нм (желтый) составляла от 13 до 22 %, а доля фотонов в диапазоне 495–580 нм (зеленый) – от 18 до 38 %. В качестве контроля применялись люминесцентные лампы марки OSRAM L36W/765 Cool Daylight с плотностью потока фотонов – $38,2 \pm 13,4$ мкмоль/м²·с (вариант 22). Через 60 дней определялись следующие показатели: количество образовавшихся побегов (шт.), высота побега (см), количество листьев на побеге (шт.), частота стеблевого органогенеза (отношение количества регенерировавших побегов в варианте опыта к количеству в контроле, выраженное в %), индекс регенерации побегов (отношение количества полученных побегов к количеству высаженных первичных эксплантов). Все измерения и определения выполнялись в 3-кратной повторности с последующей статистической обработкой экспериментальных данных по методике, принятой для биологических исследований [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ регенерационного процесса показал, что свет различного спектрального состава значительно влиял на регенерационный потенциал изолированных тканей семя-долей *Solanum chilense* в культуре *in vitro*. Формирование побегов из соматических клеток исходного экспланта индуцируют не только регуляторы роста, входящие в состав питательной среды, но и физические факторы, в частности спектральный состав света.

Результаты исследований свидетельствуют о развитии стеблевого органогенеза при всех вариантах светодиодного освещения, однако эффективность и качество этого регенерационного процесса значительно отличались, что указывает на прямую зависимость дифференциации клеток не только от состава питательной среды, но и качества света. В таблице 1 представлена характеристика стеблевого органогенеза, а также данные о количестве и качестве образовавшихся побегов. Наибольшее количество побегов 72 шт. первичные экспланты сформировали при 21 варианте освещения (рис. 2), причем процесс побегообразования продолжался и после установленной даты снятия результатов, тогда как при остальных вариантах освещения этого явления не наблюдалось.

При освещении 21 вариантом были сформированы также отдельные растения-регенеранты с хорошо развитой надземной частью и корневой системой (рис. 3), чего не выявлено при других вариантах освещения. Это свидетельствует об уникальном влиянии 21 варианта освещения на культивируемые клетки, которые способны в данных условиях образовывать эмбриоиды, развивающиеся в качественные растения-регенеранты.

Освещение вариантами 10, 14, 16 и 18 вызывало превышение количества регенерировавших побегов над контролем, однако оно составило от 1 до 4 шт. Значительно уступал контрольному варианту регенерационный процесс, происходящий при освещении 15 вариантом. В данных условиях сформировалось только три побега. Более чем в два раза меньше побегов образовано первичными эксплантами при 4, 5, 12, 13, 17, 19, 20 вариантах освещения.

Высота побега варьировала от 4,1 см при варианте 8, который способствовал вытягиванию стебля, до 1,4 см при 20 варианте. По данному признаку выше контрольных также были побеги, образовавшиеся при 21 и 17 вариантах освещения. Количество листьев на побеге при контрольном освещении составило 3,7 шт. Это значение было выше у экспериментальных образцов при 8, 12 и 21 вариантах освещения.

Наибольшая частота стеблевого органогенеза 342,9 % отмечена при 21 варианте освещения, в данных световых условиях зафиксирован и наивысший индекс регенерации, который составил 12. На уровне контроля индекс регенерации установлен при 10 варианте освещения. Незначительное превышение наблюдалось при освещении 14, 16 и 18 вариантами. Остальные спектральные составы светодиодного освещения уступали контрольному варианту по влиянию на частоту стеблевого органогенеза, который при них был на уровне 14,3–52,4 %. Следует обратить внимание на реакцию клеток первичных эксплантов на освещение вариантом 8. Это светодиоды зеленого цвета, которые совместно с регуляторами роста в составе питательной среды вызвали формирование побегов высотой в среднем 4,1 см более чем с четырьмя листьями и частотой стеблевого органогенеза 85,7 %. Важно отметить перспективность данного варианта освещения для работы в культуре *in vitro* с различными видами томата.

При анализе относительных различий с контролем характеристик стеблевого органогенеза *Solanum chilense* в культуре *in vitro* в вариантах опыта со светодиодным освещением различного спектрального состава было установлено определенное превышение по некоторым показателям (табл. 2). Так, количество образовавшихся побегов, полученных при 10, 14, 16, 18 и 21 экспериментальных вариантах освещения,

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

Таблица 1 – Характеристика стеблевого органогебеза *Solanum chilense* в культурах *in vitro* в вариантах опыта со светодиодным освещением

Вариант освещения	Количество образовавшихся побегов, шт.		Высота побега, см		Количество листьев на побеге, шт.		Частота стеблевого органогебеза, %		Индекс регенерации побегов	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>t</i>
Контроль	21,3 ± 0,1	–	2,4 ± 0,1	–	3,7 ± 0,1	–	100,0 ± 0,0	–	3,5 ± 0,1	–
4	6,3 ± 0,1	-103,5*	2,4 ± 0,1	0,0	3,0 ± 0,1	0,0	28,6 ± 0,1	-618,3*	1,0 ± 0,1	-19,4*
5	8,1 ± 0,2	-75,0*	1,9 ± 0,1	-3,1*	2,1 ± 0,2	-6,2*	38,1 ± 0,3	-214,4*	1,3 ± 0,1	-13,5*
8	18,0 ± 0,1	-22,9*	4,1 ± 0,2	8,2*	4,7 ± 0,1	6,1*	85,7 ± 0,3	-54,8*	3,0 ± 0,1	-3,0*
10	22,1 ± 0,1	6,4*	1,7 ± 0,1	-4,3*	2,2 ± 0,2	-7,2*	104,8 ± 0,3	18,3*	3,7 ± 0,1	1,2
12	10,6 ± 0,2	-60,9*	2,3 ± 1,2	-0,4	5,2 ± 0,1	9,0*	52,4 ± 0,3	-275,0*	1,8 ± 0,1	-13,2*
13	7,1 ± 0,1	-13,9*	1,9 ± 0,1	-3,1*	2,2 ± 0,1	-9,2*	33,3 ± 0,2	-288,8*	1,2 ± 0,1	-14,1*
14	25,1 ± 0,1	30,5*	2,4 ± 0,1	0,0	2,8 ± 0,1	-5,5*	119,0 ± 0,1	164,5*	4,2 ± 0,2	3,4*
15	3,2 ± 0,1	-121,4*	2,0 ± 0,1	-2,4	2,1 ± 0,2	-6,2*	14,3 ± 0,2	-371,1*	0,5 ± 0,1	-23,2*
16	24,0 ± 0,1	18,4*	2,6 ± 0,1	1,2	2,2 ± 0,2	-5,8*	114,3 ± 0,3	49,5*	4,0 ± 0,2	2,4
17	8,7 ± 0,1	-86,9*	3,0 ± 0,1	3,7*	3,1 ± 0,1	-3,7*	38,1 ± 0,2	-268,0*	1,3 ± 0,1	-17,0*
18	24,7 ± 0,1	26,7*	2,4 ± 0,2	0,0	2,3 ± 0,2	-6,7*	119,0 ± 0,2	82,3*	4,2 ± 1,2	3,4*
19	7,7 ± 0,1	-93,8*	1,9 ± 0,1	-3,1*	3,0 ± 0,2	-3,4*	33,3 ± 0,3	-231,1*	1,2 ± 0,1	-17,8*
20	8,1 ± 0,1	-105,8*	1,4 ± 0,2	-4,8*	3,0 ± 0,1	-5,4*	33,0 ± 0,2	-386,8*	1,2 ± 0,1	-14,1*
21	72,0 ± 0,1	348,7*	3,9 ± 0,2	7,2*	4,2 ± 0,2	1,9	342,9 ± 0,3	933,1*	12,0 ± 0,1	52,1*

* Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при *p* < 0,05.

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

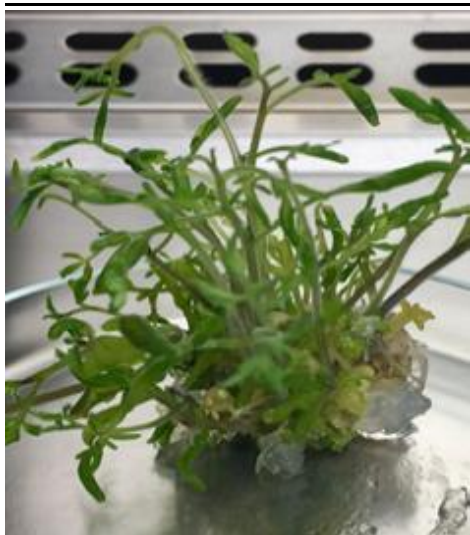


Рисунок 2 – Внешний вид побегов, сформировавшихся при 21 варианте освещения



Рисунок 3 – Внешний вид растения-регенеранта, сформировавшегося при 21 варианте освещения

было на 3,8–238,0 % выше контроля. Такая же закономерность установлена по частоте стеблевого органогенеза и индексу регенерации побегов, превышение контрольных показателей находилось на уровне 4,8–242,9 %. Определенная зависимость от качества света, влияющего на органогенез, выявлена по признаку «количество листьев на побеге». При 8, 12 и 21 вариантах светодиодного освещения превышение над контролем составило 13,5–40,5 %.

Оценка повариантного суммирования всех выявленных эффектов от влияния светодиодного освещения на регенерационный потенциал свидетельствует о наиболее выраженной реакции первичных эксплантов на 8, 18 и особенно 21 вариант освещения, представленной в виде более высоких значений показателей стеблевого органогенеза.

При анализе состояния регенерирующих эксплантов установлено, что более длительное их пребывание на питательной среде для регенерации, содержащей регуляторы роста, приводит к значительному ее истощению и, вероятно, насыщению фенольными соединениями, что вызывает гибель регенерантов и требуется их немедленная пересадка на свежую питательную среду. Для того чтобы пересаженные побеги образовывали адвентивные корни и продолжали развиваться как качественные растения-регенеранты, целесообразно исключить из состава питательной среды регуляторы роста. Полученные побеги отделялись от первичного экспланта, пересаживались на свежую безгормональную питательную среду и выращивались при контрольном варианте освещения. В этих условиях нами были получены растения-регенеранты, имеющие хорошо сформировавшуюся надземную часть и корневую систему.

Первичный каллус также пересаживался на питательную среду без регуляторов роста и культивировался при первоначально установленном для него варианте освещения. В результате выявлено, что при определенных вариантах освещения клетки первичного каллуса продолжали формировать адвентивные побеги, причем их качество и количество значительно отличалось в зависимости от варианта освещения. Так, при 18 варианте освещения образовывались растения, внешне похожие на

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

Таблица 2 – Относительные различия с контролем характеристик стеблевого органогенеза *Solanum chilense* в культуре *in vitro* в вариантах опыта со светодиодным освещением различного спектрального состава, %

Вариант освещения	Количество образовавшихся побегов	Высота побега	Количество листьев на побеге	Частота стеблевого органогенеза	Индекс регенерации побегов	Суммарный эффект*
1	2	3	4	5	6	7
4	-70,4	–	–	-71,4	-71,4	-213,2
5	-62,0	-20,8	-43,2	-61,9	-62,9	-250,8
8	-15,5	70,8	27,0	-14,3	-14,3	53,7
10	3,8	-29,2	-40,5	4,8	–	-61,1
12	-50,2	–	40,5	-47,6	-48,6	-105,9
13	-66,7	-20,8	-40,5	-66,7	-65,7	-260,4
14	17,8	–	-24,3	19,0	20,0	32,5
15	-85,0	-16,7	-43,2	-85,7	-85,7	-316,3
16	12,7	–	-40,5	14,3	–	-13,5
17	-59,2	25,0	-16,2	-61,9	-62,9	-175,2
18	16,0	–	-37,8	19,0	20,0	17,2
19	-63,8	-20,8	-18,9	-66,7	-65,7	-235,9
20	-62,0	-41,7	-18,9	-67,0	-65,7	-255,3
21	238,0	62,5	13,5	242,9	242,9	799,8

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

* Суммарный эффект установлен путем сложения данных столбцов 2, 3, 4, 5, 6 с учетом их знака.

растения, выращенные из семян (рис. 4). При 15 варианте освещения количество побегов составило несколько десятков на одну повторность (рис. 5). Единичные адвентивные побеги образовывались при 19 варианте освещения, а также наблюдалось доминирование развития листового органогенеза (рис. 6). При 20 варианте освещения отмечено только увеличение размера каллусной ткани без признаков органогенеза (рис. 7).



Рисунок 4 – Внешний вид регенерантов, сформировавшихся на безгормональной питательной среде при 18 варианте освещения



Рисунок 5 – Внешний вид регенерантов, сформировавшихся на безгормональной питательной среде при 15 варианте освещения



Рисунок 6 – Внешний вид регенерантов, сформировавшихся на безгормональной питательной среде при 19 варианте освещения

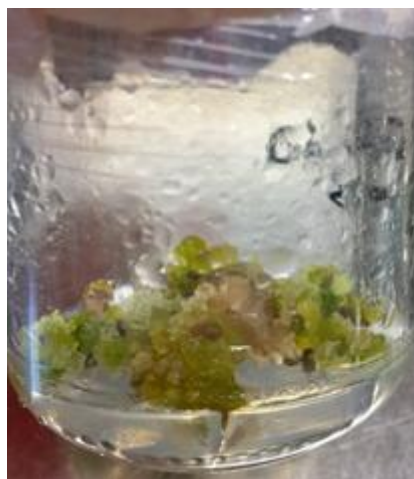


Рисунок 7 – Внешний вид каллуса, сформировавшегося на безгормональной питательной среде при 20 варианте освещения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что стеблевой органогенез в тканях семядолей *Solanum chilense* стимулируется не только наличием в составе питательной среды регуляторов роста, но и качеством света. Несмотря на то, что изучалось действие различного спектрального состава светодиодного освещения в культуре одних и тех же тканей, характеризующихся одинаковым эндогенным гормональным статусом, на одних и тех же вариантах питательных сред частота и качество стеблевого органогенеза варьировали. Такую вариабельность можно объяснить тем, что каждая клетка, имея свою собственную генетическую программу, отвечает на определенные факторы (качество света) специфически; более того, одна и та же клетка на разной стадии развития может по-разному реагировать на одни и те же факторы. В нашем исследовании определены варианты освещения, позволяющие с относительно высокой частотой (119,0; 342,9 %) индуцировать процессы регенерации побегов в культуре тканей семядолей *Solanum chilense*. Это светодиодные светильники вариантов 14, 18 и 21, у которых поток фотонов в диапазоне длин волн 400–800 нм составлял соответственно 70,1; 73,3; 67,9 мкмоль/с, а спектральное соотношение R / В (красный / синий) – 1,3; 3,1 и 19,7. Образовавшиеся в указанных световых условиях побеги успешно развивались при последующем культивировании и формировали растения-регенеранты с хорошо развитой надземной частью и корневой системой.

Список литературы

1. Калинин, Ф. А. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Ф. А. Калинин, В. В. Сарнацкая, В. Е. Полищук. – Киев, 1980. – 488 с.
2. Генетическая структура четырех диких видов томатов в комплексе видов *Solanum peruvianum* sl. / Дж. А. Лабате, Л. Д. Робертсон, С. Р. Стриклер, Л. А. Мюллер // Геном. – 2014. – № 57 (3). – С. 169–180.
3. Биохимический состав плодов томата различной окраски / А. Б. Курина, А. Е. Соловьева, И. А. Храпалова, А. М. Артемьева // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – № 25 (5). – С. 514–527.

4. Анализ сортовых различий растений-регенерантов картофеля *in vitro* при использовании светодиодных светильников / Т. В. Никонович, А. В. Кильчевский, Т. В. Кардис [и др.] // Вестник БГСХА. – 2018. – № 1. – С. 73–79.

5. Никонович, Т. В. Влияние спектрального состава света на рост и развитие растений-регенерантов винограда в период адаптации к условиям *in vivo* / Т. В. Никонович, А. В. Левый, В. В. Французенок // Вестник БГСХА. – 2012. – № 2. – С. 70–75.

6. Морфо-биологические особенности диких видов томата и введение их в культуру *in vitro* / Т. В. Никонович, М. И. Усенко, Н. В. Дыдышко, И. Е. Баева // Флора и растительность в меняющемся мире: проблемы изучения, сохранения и рационального использования : материалы II Междунар. науч. конф., Минск, 24–27 сент. 2024 г. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – С. 326–331.

7. Murachige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture / T. Murachige, F. Skoog // *Physiol. Plant.* – 1962. – Vol. 15. – № 13. – P. 473–497.

8. Патент ВУ 17648. Способ ранжирования таксонов растений / Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетников, А. П. Яковлев. – опубл. 30.10.2013.

Поступила в редакцию 18.12.2024 г.

T. V. NIKONOVICH, A. V. KILCHEVSKIY, YU. V. TROFIMOV

EFFECT OF LED LIGHTING ON THE REGENERATIVE POTENTIAL OF *SOLANUM CHILENSE* IN VITRO

SUMMARY

The results of assessing the regenerative potential of isolated cotyledon segments of Solanum chilense under in vitro conditions with different LED lighting are presented. It was found that shoot formation from somatic cells of the initial explant is induced not only by growth regulators in artificial nutrient media but also by the spectral composition of light. Lighting options with photon fluxes in the wavelength range of 400–800 nm of 70.1; 73.3; 67.9 $\mu\text{mol/s}$ and spectral R / B (red / blue) ratios of 1.3; 3.1; and 19.7, respectively, stimulated shoot regeneration processes in Solanum chilense cotyledon segments. This work was financially supported by the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research under Agreement № Б24-056.

Key words: tomato; *Solanum chilense*; regeneration; *in vitro*; LED lighting.

УДК 635.153:581.19:631.563

В. В. Опимах¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий сектором столовых корнеплодов

Э. П. Урбан², член-корреспондент НАН Беларуси, доктор
сельскохозяйственных наук, профессор, первый заместитель
генерального директора по научной работе

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

² РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по земледелию», г. Жодино, Минская область

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ СОХРАННОСТИ ДАЙКОНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты построения моделей оценки сохранности корнеплодов исследуемых образцов дайкона в зависимости от их биохимических показателей на основе регрессионного анализа. При построении моделей необходимо учитывать генотипическое различие исследуемых образцов и их предрасположенность по темпам накопления полезных веществ. Наиболее точные модели получены у образцов Гасцінец, Всесезонный, 15/02 с коэффициентом аппроксимации (R^2) 0,987; 0,973; 0,863 (полиномиальная линия тренда, степень 2). Образец Мантангонг имел самую слабо предсказуемую модель среди исследуемых образцов с коэффициентом аппроксимации (R^2) 0,553.

Ключевые слова: модель; регрессионный анализ; дайкон; агроприем; срок посева; норма высева; лежкость; маточные корнеплоды; сохранность; урожайность; товарность.

ВВЕДЕНИЕ

Дайкон (*Raphanus sativus* L. ssp. *acanthiformis* (Morel) Stankev.) – ценная овощная культура, которая благодаря вкусовым качествам и лечебным свойствам занимает особое место. Площадь возделывания в различных категориях хозяйств республики незначительна, но с каждым годом интерес к культуре повышается. Низкая сохранность является сдерживающим фактором для бесперебойного потребления в свежем виде дайкона в период длительного хранения в осенне-зимне-весенний период. Лежкость корнеплодов зависит от ряда факторов: от климатических условий, сорта, агротехники, сроков посева, удобрений, гербицидов, повреждения вредителями и болезнями, срока уборки, качества закладываемых на хранение корнеплодов. Хранение корнеплодов дайкона имеет свои особенности. Они содержат около 90 % воды, а иногда и более. При этом большая часть воды находится в свободной подвижной форме. Основным процессом, протекающим в корнеплодах при хранении, является дыхание. В процессе дыхания выделяется энергия, необходимая для гидролиза и передвижения веществ, проходят защитные реакции по заживлению ран. Во время хранения снижается сопротивляемость корнеплодов патогенным микроорганизмам, увеличивается

поражение гнилями. Оптимальной температурой для хранения культуры большинство авторов называют 0...+5 °С, влажность воздуха 90–98 %. Даже при соблюдении оптимальных параметров температуры и влажности ввиду непрерывных физиологических процессов (дыхание и др.) у дайкона существует проблема сохранности. Корнеплоды в феврале-марте активно поражаются болезнями. Требуется проведение дополнительных переборок. Выход маточников и качество получаемых семян снижаются, в связи с чем актуальным является получение семян с высокими сортовыми и посевными качествами, что неоднократно подчеркивалось рядом исследователей (В. А. Лудилов, Л. Н. Евдокимова, 2003; И. А. Лутак, О. В. Тимошенко, А. В. Шаповал, 2018) [11]. В значительной степени повысить урожайность семян и их качество позволяют агротехнические приемы. Подбор оптимальных технологических параметров выращивания дайкона позволяет улучшать лежкость корнеплодов, а также повышать посевные качества получаемых семян.

В связи с этим целью данного исследования было выявление технологических параметров выращивания дайкона, влияющих на сохранность маточных корнеплодов, их биохимический состав и посевные качества семян, а также построение моделей оценки сохранности дайкона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Объектом исследования в 2021–2023 гг. являлись образцы дайкона Гасцінец, Всесезонный, 15/02 и Мантангонг.

Схема закладки опытов:

1. N₆₀ P₉₀ K₁₂₀ – фон (контроль).

2. Фон + Эколист РК-1, 3 л/га + Эколист РК-1, 5 л/га + Эколист РК-1, 5 л/га.

В дополнение к фону проводили 3-кратные некорневые подкормки Эколист РК-1, Ж в дозе 3 л/га при первой и 5 л/га при последующих.

Фазы развития дайкона по этапам подкормки:

1-я подкормка: ВВСН 11-13 (1 пара настоящих листьев), начало формирования листового аппарата;

2-я подкормка: ВВСН 42-45 (достигнуто 20–50 % ожидаемого диаметра корнеплода), начало формирования корнеплода;

3-я подкормка: ВВСН 77-79 (80 % корнеплодов достигли стандартного размера) за три недели до уборки культуры.

В первой половине лета опытный участок для посева содержался под паром. Высев семян проводили ручной сеялкой по гребневой технологии однострочным способом в два срока. Первый срок посева – во второй декаде июля, второй – через 10 дней. Окончательную густоту стояния растений формировали удалением вручную растений в фазе начала формирования настоящей пары листьев. В первом варианте формировали густоту растений 180 тыс. шт/га, во втором – 280 тыс. шт/га. Повторность опыта 4-кратная, площадь делянки 10,5 м².

Во время вегетации уход проводился по общепринятой технологии возделывания. Наблюдения в период роста и развития растений выполнялись согласно рекомендациям и методическим указаниям [4, 6–8, 10].

Исследование биохимического состава образцов осуществляли в лаборатории биохимической оценки картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». В свежих усредненных пробах растительного материала определяли содержание сухих веществ по ГОСТ 31640-2012 [5]; содержание сахаров – с реактивом Самнера, нитратов –

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

ионоселективным методом, аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [2, 3, 9]. Статистическая обработка полученных данных проводилась по общепринятой методике с использованием программы табличного редактора [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Достоверной разницы по биометрии между вариантами с некорневыми подкормками и без дополнительного питания не наблюдалось. По развитию листового аппарата образцы второго срока посева сравнивались с образцами первого срока посева через три декады. Однако по интенсивности формирования корнеплода сохранилось отставание у образцов второго срока посева. Третью некорневую подкормку проводили Эколист РК-1, Ж в дозе 5 л/га в первой декаде сентября для первого срока посева, для второго срока – во второй декаде сентября в фазу интенсивного нарастания корнеплода. Уборку корнеплодов дайкона следует проводить согласно технологии до наступления заморозков, осторожно, не повреждая корнеплоды (процесс заживления ран очень слабый), так как это негативно влияет на их сохранность. Заморозки в период конца вегетации и уборки отрицательно влияют на лежкость во время зимнего хранения. Уборку корнеплодов проводили во второй декаде октября и определяли урожайность и товарность полученной продукции.

Наибольшей урожайностью характеризовались варианты Всесезонный, 15/02, Мантангонг с прибавкой к контролю 7,6–11,1 % при густоте посева 180 тыс. шт/га.

При густоте посева 280 тыс. шт/га наибольшая урожайность отмечена в вариантах Мантангонг, Гасцінец, 15/02 с прибавкой 5,3–13,2 % к контролю. После уборки корнеплоды дайкона всех образцов согласно схеме опыта закладывались на длительное хранение. Для мониторинга динамики лежкости учет сохранности проводили дважды: первый промежуточный учет в третьей декаде января, второй – в третьей декаде апреля, перед высадкой маточников дайкона.

По полученным результатам сохранность образцов дайкона в вариантах с некорневой подкормкой была выше на 6,2–13,0 % при промежуточном учете в третьей декаде января; при съеме с хранения (третья декада апреля) выше на 3,7–11,8 %. Наиболее распространенными болезнями были серая гниль (*Botrytis cinerea Pers.*), белая гниль (*Sclerotinia sclerotiorum Lib.*), бактериозы (*Erwinia carotovora*, *Xanthomonas campestris*).

Биохимическую оценку корнеплодов дайкона проводили по следующим показателям: содержание нитратов, сухого вещества, суммы сахаров, витамина С (табл).

Содержание сухих веществ в продукции корнеплодов дайкона при обоих сроках посева семян изменялось в таксономическом ряду в сходных диапазонах значений – Таблица – Биохимические характеристики корнеплодов образцов дайкона в зависимости от срока высевы семян

Срок посева семян	Образец	Сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг%	Нитраты, мг/кг
1-й	Гасцінец	8,1 ± 0,1	4,2 ± 0,2	14,5 ± 0,1	1 368
	Всесезонный	6,9 ± 0,1	4,1 ± 0,1	14,2 ± 0,2	1 254
	Мантангонг	9,9 ± 0,1	4,8 ± 0,1	20,4 ± 0,4	1 278
	15/02	7,5 ± 0,1	3,9 ± 0,1	14,6 ± 0,2	1 395
2-й	Гасцінец	7,5 ± 0,1	3,6 ± 0,1	12,3 ± 0,2	1 141
	Всесезонный	6,1 ± 0,1	3,4 ± 0,1	12,4 ± 0,1	921
	Мантангонг	9,1 ± 0,1	4,6 ± 0,1	18,5 ± 0,4	867
	15/02	6,4 ± 0,1	3,6 ± 0,2	12,6 ± 0,2	982

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

7,5–9,9 и 7,5–9,1 %, тогда как содержание аскорбиновой кислоты – в области более высоких значений соответственно 14,2–20,4 и 12,3–18,5 мг%.

Значительная ширина диапазонов варьирования исследуемых биохимических характеристик корнеплодов дайкона свидетельствовала об их существенной зависимости от генотипа растений, тогда как выявленные различия приведенных диапазонов указывали на определенную зависимость также от сроков высева семян. На наш взгляд, показанные выше генотипические различия исследуемых характеристик биохимического состава корнеплодов дайкона в зависимости от сроков высева семян обусловлены разной степенью их восприимчивости к воздействию данного фактора, о чем свидетельствуют данные таблицы.

Модель оценки сохранности дайкона в зависимости от биохимических показателей строили на основе регрессионного анализа. С этой целью был выбран показатель «содержание сухого вещества» как наиболее стабильный в проявлении по годам исследования, а также простой в исполнении, особенно четко эта закономерность проявляется у каждого образца. В целом по всем исследуемым образцам коэффициент аппроксимации (R^2) небольшой – 0,578 (рис. 1).

Анализ сильно различающихся образцов по накоплению сухого вещества и сохранности корнеплодов объясняет групповое распределение точек на рисунке. Обратный тренд обусловлен необычным поведением образца Мантангонг, у которого при высоком содержании в корнеплодах сухих веществ наблюдалась более низкая сохранность в сравнении с другими образцами. По этой причине мы приняли решение строить модель оценки сохранности дайкона в зависимости от содержания сухого вещества для каждого исследуемого образца отдельно. Наиболее точные модели получены у образцов Гасцінец, Всесезонный, 15/02 с коэффициентом аппроксимации (R^2) 0,987; 0,973; 0,863 (полиномиальная линия тренда, степень 2) (рис. 2–4).

Согласно рисунку 5 образец Мантангонг имел самую слабо предсказуемую модель среди исследуемых образцов с коэффициентом аппроксимации (R^2) 0,553.

Полученные результаты можно использовать для прогностической модели оценки сохранности образцов дайкона. При этом необходимо всего лишь провести оценку

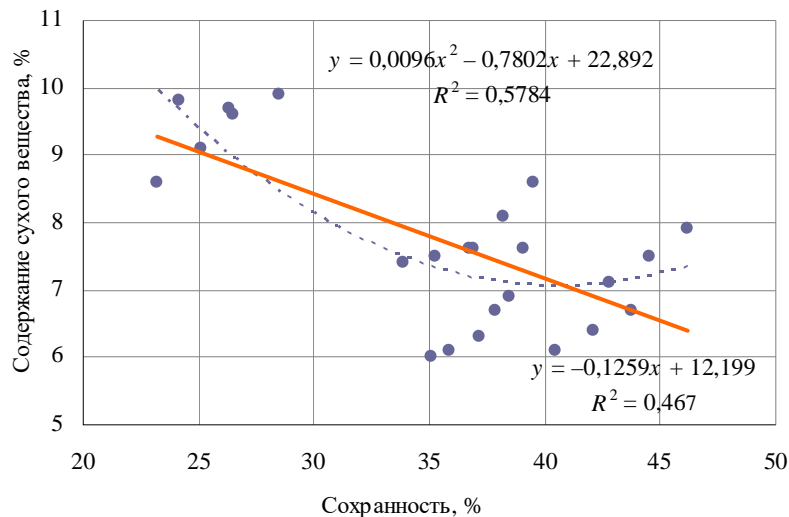


Рисунок 1 – Зависимость сохранности от содержания сухого вещества в целом по всем исследуемым образцам

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

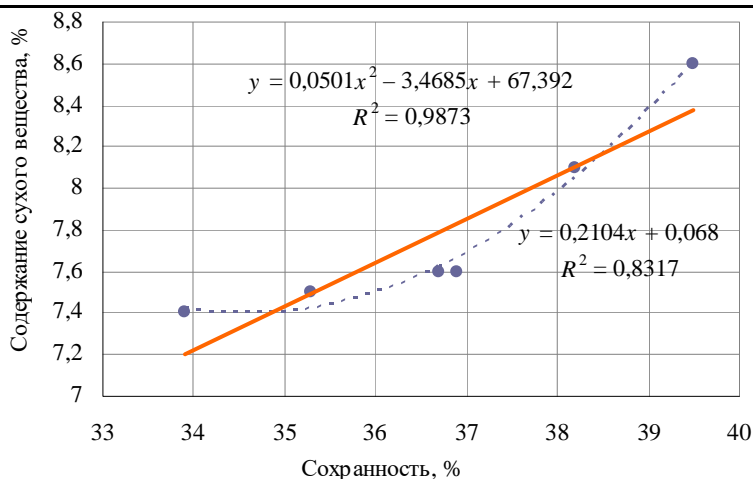


Рисунок 2 – Зависимость сохранности от содержания сухого вещества у образца Гасцінец

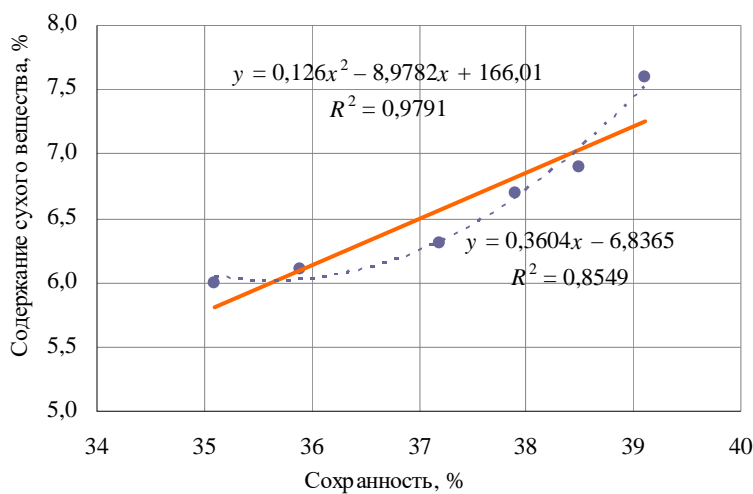


Рисунок 3 – Зависимость сохранности от содержания сухого вещества у образца Всесезонный

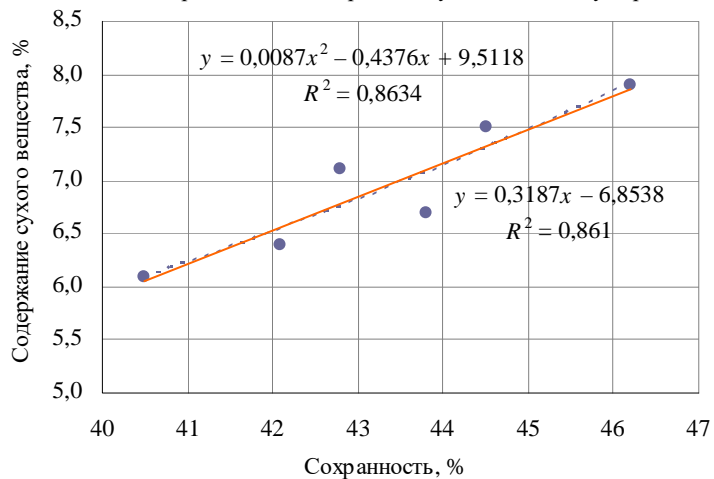


Рисунок 4 – Зависимость сохранности от содержания сухого вещества у образца 15/02

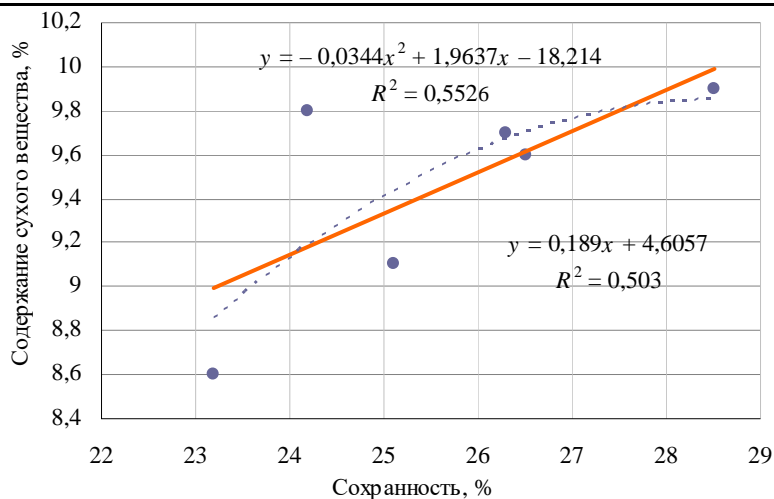


Рисунок 5 – Зависимость сохранности от содержания сухого вещества у образца Мантангонг

содержания сухого вещества в исследуемом образце дайкона и воспользоваться построенной ранее моделью для данного образца. Кроме того, построенные модели для каждого образца не являются константной величиной и могут меняться с увеличением объема используемых данных в сторону повышения точности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при построении моделей необходимо учитывать генотипическое различие исследуемых образцов и их предрасположенность по темпам накопления полезных веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты работы можно использовать для прогностической модели оценки сохранности образцов дайкона. Для этого необходимо провести оценку содержания сухого вещества в исследуемом образце дайкона и воспользоваться построенной ранее моделью для данного образца. Такие модели не являются константной величиной и могут меняться с увеличением объема используемых данных в сторону повышения точности.

При построении моделей необходимо учитывать генотипическое различие исследуемых образцов и их предрасположенность по темпам накопления полезных веществ.

Установлено, что наиболее точные модели получены у образцов Гасцінец, Всесезонный, 15/02 с коэффициентом аппроксимации (R^2) 0,987; 0,973; 0,863 (полиномиальная линия тренда, степень 2). Образец Мантангонг имел самую слабо предсказуемую модель среди исследуемых образцов с коэффициентом аппроксимации (R^2) 0,553.

Список литературы

1. Алексейчук, Г. Н. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки / Г. Н. Алексейчук, Н. А. Ламан. – Минск : Право и экономика, 2005. – 48 с.
2. Большой практикум «Биохимия». Лабораторные работы : учеб. пособие / Перм. гос. нац. исслед. ун-т ; сост. М. Г. Кусакина, В. И. Суворов, Л. А. Чудинова. – Пермь, 2012. – 148 с.

3. Боровиков, В. П. STATISTICA: Искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков. – СПб., 2001. – 656 с.
4. 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.
5. Корма. Методы определения содержания сухого вещества : ГОСТ 31640-2012. – Введ. 01.07.2013. – М. : Стандартинформ, 2012. – 11 с.
6. Методика проведения испытания сортов на отличимость, однородность и стабильность / сост. В. А. Бейня [и др.]. – М., 2015. – С. 113–156, 192.
7. Методика селекции и семеноводства овощных культур : материалы Всесоюз. семинара по методике селекции и семеноводства овощ. культур / под общ. ред. Д. Д. Брежнева. – Л. : Колос, 1964. – 312 с.
8. Методические указания по селекции сортов и гетерозисных гибридов корнеплодных растений (морковь, свекла, редис, редька, репа, брюква, пастернак) / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощ. культур, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова, Науч.-исслед. ин-т овощ. хоз-ва ; под ред. В. В. Квасникова. – М., 1987. – 84 с.
9. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград, 1987. – 430 с.
10. Методы селекции и семеноводства овощных корнеплодных растений: морковь, свекла, редис, редька, дайкон, репа, брюква, пастернак / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции и семеноводства овощ. культур ; под ред. В. Ф. Пивоварова, М. С. Бунина. – М. : Колос, 2003. – 284 с.
11. Современные технологии производства овощей в Беларуси / А. А. Аутко, Ю. М. Забара, М. Ф. Степура [и др.]. – Молодечно : Победа, 2005. – 272 с.

Поступила в редакцию 16.12.2024 г.

V. V. OPIMAN, E. P. URBAN

MODEL EVALUATION OF DAIKON PRESERVATION BASED ON BIOCHEMICAL INDICATORS USING REGRESSION ANALYSIS

SUMMARY

The results of constructing models to evaluate the preservation of daikon root crop samples based on their biochemical indicators using regression analysis are presented. When developing the models, it is essential to account for the genotypic differences among the studied samples and their tendencies for the accumulation of beneficial substances. The most accurate models were achieved for the samples Gastinets, Vsesезonny, 15/02 with approximation coefficients (R^2) of 0.987; 0.973; 0.863 (polynomial trend line, degree 2). The sample Mantangong exhibited the least predictable model among the studied samples, with an approximation coefficient (R^2) of 0.553.

Key words: model; regression analysis; daikon; agronomic practices; sowing time; seeding rate; storability; root crop; preservation; yield; marketability.

УДК 581.6:631.527:635.25

И. В. Павлова, кандидат биологических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник

Государственное учреждение «Белорусский институт системного анализа
и информационного обеспечения научно-технической сферы», г. Минск

ЛУК ПСКЕМСКИЙ (*ALLIUM PSKEMENSE* В. FEDTSCH) В УСЛОВИЯХ СМОЛЕВИЧСКОГО РАЙОНА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

РЕЗЮМЕ

Получены трехлетние растения лука пскемского, выращенные из семян до цветения и образования семян. Семена интродуцированы из Казахстана в Центральный ботанический сад НАН Беларуси. Показан рост и развитие растения до генеративной фазы без существенных поражений патогенами и установлено наличие признаков дикого растения – растянутый на несколько лет характер прорастания семян и осеннее прорастание листьев из луковиц.

Ключевые слова: лук пскемский; дикий предок лука репчатого; признаки дикого растения.

ВВЕДЕНИЕ

Лук (*Allium cepa* L.) считается основной овощной культурой благодаря существенным объемам потребления, обусловленным его кулинарными, пищевыми и лекарственными свойствами. Селекция лука репчатого нацелена на повышение урожайности культуры за счет гетерозиса, наблюдаемого у линейных гибридов на основе цитоплазматической мужской стерильности, а также на улучшение хозяйственно ценных характеристик у традиционных открытоопыляемых сортов. Для последнего направления перспективным является использование диких родственников в качестве доноров генетической устойчивости, утерянной в ходе искусственного отбора на урожайность.

Лук репчатый – вторая овощная культура в мире по количеству выращиваемой товарной продукции (111 млн т, включая шалот), уступает только томатам (186 млн т в 2022 г.) [1]. В мире лук репчатый выращивается на площади 5,77 млн га, это почти ¼ территории Беларуси. По производству лука репчатого лидирует Индия (26,64 млн т с 1,62 млн га) [2], которая по урожайности занимает 93-е место (16,4 т/га), уступая Южной Корее (85,4), США (56,05), Испании (54,72 т/га). Низкая урожайность лука репчатого в Индии объясняется крупномасштабным использованием традиционных открытоопыляемых сортов, благодаря самостоятельному семеноводству и дешевизне семян для фермеров по сравнению с высокоурожайными линейными гибридами [3].

Очевидно, что в связи с этим существует экономический потенциал для проектов улучшения открытоопыляемых сортов в селекционных программах наряду с созданием линейных гибридов на основе мужской цитоплазматической стерильности. Данную работу провели для того, чтобы оценить в качестве донора признаков лук пскемский – дикое растение, родственное луку репчатому.

В дополнение к этому любительское выращивание данного дикого вида лука из семян способствует поддержанию биоразнообразия, которое, согласно «Докладу о глобальных рисках», рассматривается как важный источник борьбы с опасностями, имеющими отдаленные (более 10 лет) последствия. Потеря биоразнообразия занимает

по значимости глобальных рисков третье место после экстремальных погодных явлений и критических изменений земных экосистем [4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Лук пскемский принадлежит к классу *Liliopsida* (однодольных), семейству *Amaryllidaceae*, роду *Allium*. Внесен в Красную книгу Республики Узбекистан как эндемичный вид. Количество дикорастущих растений уменьшилось в результате сбора населением в лечебных и пищевых целях и поедания животными. Лук пскемский встречается в дикорастущем виде в Чаткальском, Угомском, Пискомском и Кураминском хребтах Ташкентской области. Это многолетнее луковичное травянистое растение, достигающее 80–150 см в высоту. Луковица крупная, 6 см в диаметре. Цветоносный стебель полый, имеется шесть–восемь гладких, безволосых листьев, ширина которых 10–15 мм, длина до 60 см. Соцветие – простой шаровидный зонтик с цветками. В цветке шесть белых лепестков длиной 6–7 мм, расположенных в форме звезды. Цветки обоеполые, шесть тычинок, один пестик. Опыляется насекомыми. В местах обитания цветет в мае–июне, семена созревают в июле. Плод – сухая коробочка диаметром 6 мм. Размножается семенами и луковицами. Растет небольшими скоплениями на каменистых склонах средних и верхних частей гор, среди трав, по берегам рек. Выращивается в коллекционных питомниках в ботанических садах и на приусадебных участках (рис. 1) [5]. Национальные названия растения: *pskem soğanı* (азербайджанский), *пiскем жуасы* (казахский), *piskom piyozi* (узбекский) [6].

Лук пскемский вместе с другими видами рассматривается перспективным для селекционных исследований как донор устойчивости к вредителям и болезням. В результате предварительных исследований показана устойчивость к ржавчине лука (*Puccinia allii*). В Ташкенте создано несколько демонстрационных участков дикого лука с целью повышения осведомленности общественности и каждого в отдельности о важности сохранения диких родственников сельскохозяйственных культур [9].

Семена лука пскемского для данной работы предоставлены отделом биохимии и биотехнологии Центрального ботанического сада НАН Беларуси (поступили из НИИ «Ботанический сад им. Э. З. Гареева» Национальной академии наук Кыргызской Республики), где данный род введен в культуру *in vitro* [10].

Семена в количестве 25 шт. были высеяны в грунт 23.04.2022 г. в личном коллекционном питомнике в Смолевичском районе Минской области. Проросло пять растений, из них к концу вегетационного периода сохранилось одно. В 2023 г. было дополнительно



Рисунок 1 – Делянки лука пскемского в ботанических садах: а – Ботанический сад Мюнхен-Нимфенбург [7], б – Ботанический сад Академии наук Узбекистана [8]

выявлено четыре новых проросших растения, из которых к концу сезона осталось два растения. Три полученных растения разных периодов прорастания перезимовали и вегетировали в 2024 г. Растения не выкапывались из почвы, для них проводили прополки, рыхления и полив по мере необходимости. Весной при отрастании листьев подкармливали минеральным удобрением Фертика универсал (весна – лето), в конце лета – удобрением Фертика осеннее.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лук пскемский в условиях Смолевичского района Минской области развивался сходно с луком репчатым. От проростка из семени до цветущего растения потребовалось три сезона вегетации и две зимовки луковиц в почве. На первый год растение формировало проросток с двумя листьями. На второй год жизни растение сохраняло одну луковицу или формировало две луковицы и имело побег с тремя листьями (рис. 2). На третий год весной растение имело три побега, то есть в основании побега закладывалось три луковицы. В третий вегетационный период наблюдали первое цветение лука пскемского. Соцветие представляло собой простой шаровидный зонтик. Полное раскрытие цветков наблюдали во второй декаде июля. Цветки активно посещались насекомыми (рис. 2d), что говорит о его энтомофильности.

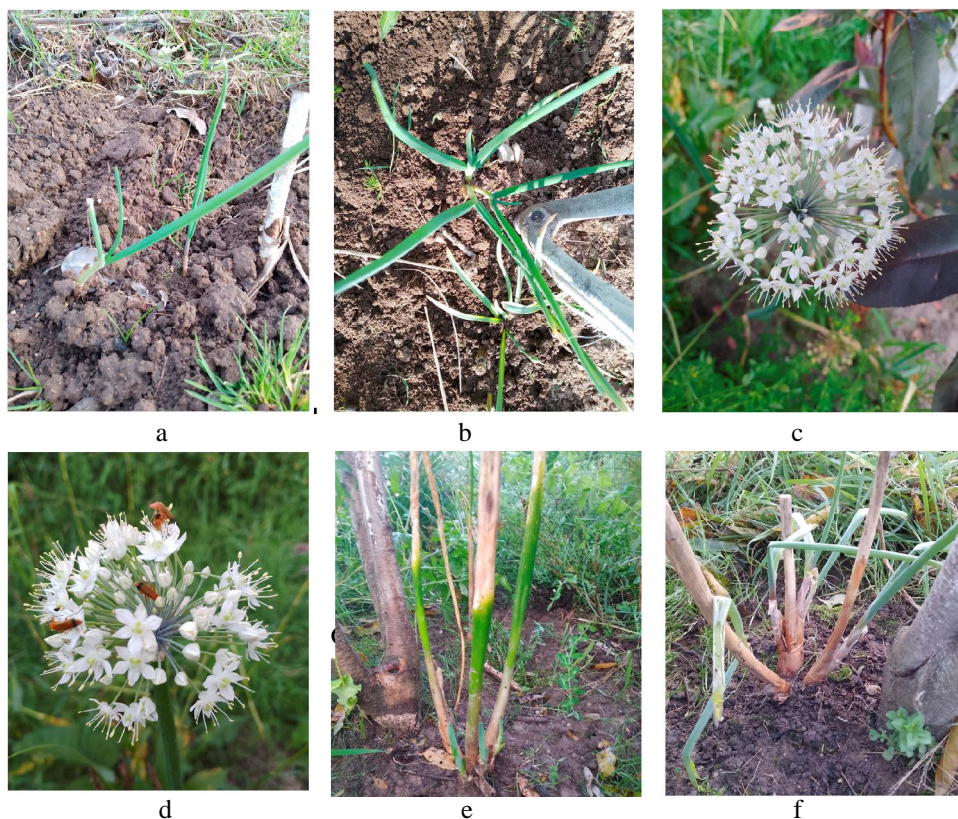


Рисунок 2 – Растения лука пскемского на участке в Смолевичском районе:
а – 2-летнее растение лука пскемского весной (21.04.2024 г.); б – 3-летнее растение
весной (21.04.2024 г.); с – соцветие (11.07.2024 г.); д – насекомые, кормящиеся на соцветии;
е, ф – осеннее отрастание листьев из луковиц возобновления отцветшего растения лука
пскемского (е – 30.08.2024 г., ф – 02.11.2024 г.)

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

На листьях и цветоносных побегах не наблюдалось развитие болезней. Однако отмечалось поедание листьев насекомыми (рис. 2Г).

Исходя из анализа данных источника [11] и результатов проведенного опыта можно сделать вывод, что лук пскемский как кандидат для близкородственной гибридизации с луком репчатым в селекции является достаточно близким родственником луку репчатому, так как относится к одному с ним подроду *Rhizirideum* раздела *Cepa*, включающему лук репчатый (*Allium cepa* L.), лук алтайский (*Allium altaicum* Pall.), лук-батун (дудчатый лук, татарка (*Allium fistulosum* L.)), лук молочноцветный (*Allium galanthum* Kar. and Kir.) и *Allium roylei* Stearn.

Обычно лук пскемский имеет такое же количество хромосом (16) в диплоидном наборе, как и лук репчатый. Существует указание, что несмотря на морфологическое и цитологическое сходство между видами раздела *Cepa*, имеются сильные барьеры, препятствующие скрещиванию между ними в природе, которые предотвращают межвидовой поток генов, даже если виды растут одновременно на одном участке [12].

В 2024 г. цвело одно наблюдаемое в данной работе растение лука пскемского, на котором были получены семена (рис. 3б). Завязались семена примерно в 20 % цветков. Рядом цвели растения лука репчатого. Можно только предполагать, являются ли эти семена результатом самоопыления или получены в результате переноса пыльцы от других, цветущих в коллекционном питомнике луков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря научной работе Центрального ботанического сада НАН Беларуси был выращен образец лука пскемского в коллекционном питомнике в Смолевичском районе Минской области. Показано, что растение, выращенное из семян, перешло к генеративной фазе развития и завязало семена в третий вегетационный сезон. Было показано отсутствие развития патогенных организмов на растениях лука пскемского в период наблюдения, однако отмечалось поедание листьев насекомыми. Растения лука пскемского, выращенные в Смолевичском районе, в отличие от природного ареала цвели в июле, а не мае – июне. Время цветения лука пскемского в Беларуси совпадало со временем цветения лука репчатого.

Были отмечены признаки дикого растения, нежелательные для лука репчатого как сельскохозяйственной культуры: прорастание семян в течение нескольких лет от посева и осеннее прорастание луковиц.

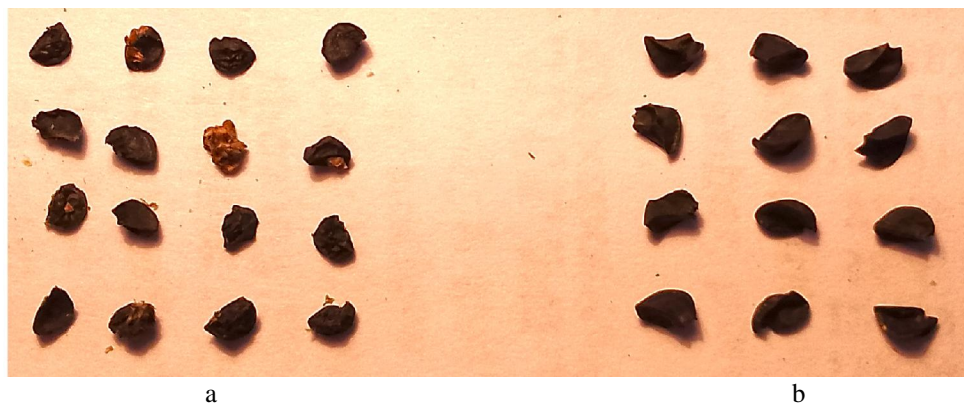


Рисунок 3 – Внешний вид семян лука, полученных в Смолевичском районе, выращенных рядом для контроля: а – лука репчатого; б – лука пскемского

Список литературы

1. Agricultural production statistics 2000–2022. FAOSTAT Analytical brief79: [analytical database]. – 2023. – URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/fba4ef43-422c-4d73-886e-3016ff47df52/content> (date of access: 30.10.2024).
2. Onion production, area and productivity. FAOSTAT. 2023: [analytical database]. – URL: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> (date of access: 30.10.2024).
3. Genetic diversity of morphological, biochemical and mineral traits in Indian onion (*Allium cepa*) genotypes / R. Chalendel, S. Singh, A. Kumar [et al.] // Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2024. – № 94 (6). – P. 632–637. – URL: <https://doi.org/10.56093/ijas.v94i6.140320> (date of access: 28.10.2024).
4. The Global Risks Report. 2024. – 19th Edition. – URL: <https://www.zurich.com/knowledge/topics/global-risks/the-global-risks-report-2024> (date of access: 28.10.2024).
5. Piskom piyozi: [database]. – 2024. – URL: https://uz.wikipedia.org/wiki/Piskom_piyozi (date of access: 30.10.2024).
6. *Allium pskemense*: [botanical database]. – 2024. – URL: <https://plantaedb.com/taxa/phyllum/angiosperms/order/asparagales/family/amaryllidaceae/genus/allium/species/allium-pskemense> (date of access: 29.10.2024).
7. *Allium pskemense*: [database]. – 2024. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Allium_pskemense (date of access: 28.10.2024).
8. Botanika bog‘ida piyoz bog‘i tashkil etildi: [newspaper]. – 2018. – URL: <https://www.gazeta.uz/oz/2018/05/27/piyoz/> (date of access: 31.10.2024).
9. Species of the Day: *Allium pskemense* B. Fedtsch: [crop wild relatives database]. – 2024. – URL: https://web.archive.org/web/20121107210943/http://www.cropwildrelatives.org/fileadmin/www.cropwildrelatives.org/images/pdf/Allium-pskemense_IUCN.pdf (date of access: 24.10.2024).
10. Оценка способности к прорастанию семян и культивирование *ex situ* и *in vitro* перспективного представителя рода *Allium* L. – *Allium pskemense* B. Fedtsch / А. В. Башилов, А. Г. Шутова, Е. А. Седун [и др.] // Известия НАН КР. – 2022. – № 7. – С. 51–57.
11. Labani, R. M. Nuclear DNA variation in the genus *Allium* L. (Liliaceae) / R. M. Labani, T. Elkington // Heredity. – 1987. – № 59. – P. 119–128. – URL: <https://doi.org/10.1038/hdy.1987.103> (date of access: 24.10.2024).
12. Riesen, N. F. Phylogeny and new intragenic classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences / N. F. Riesen, R. E. Ritsch, F. R. Latter // Aliso. – 2006. – № 22. – P. 372–395. – URL: <https://doi.org/10.5642/aliso.20062201.31> (date of access: 24.10.2024).

Поступила в редакцию 29.11.2024 г.

I. V. PAVLOVA

ONION PSKEMENSE (*ALLIUM PSKEMENSE* B. FEDTSCH) IN THE CONDITIONS OF SMOLEVICH DISTRICT OF MINSK REGION

SUMMARY

Three-year-old plants of Pskem onion, grown from seeds till flowering and seed development, were obtained. Seeds introduced from Kazakhstan, obtained from the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus. The growth and development of the plant up to the generative phase without significant damage by pathogens is shown, and the presence of traits of a wild plant is established – the pattern of seed germination extended over several years and the emergence of leaves from bulbs in autumn.

Key words: Pskem onion; wild ancestor of onion; trait of a wild plant.

УДК [635.21:631.532.2]:631.81.095.337

А. И. Попкович, старший научный сотрудник

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

Н. А. Анципович, старший научный сотрудник

А. А. Руженцев, младший научный сотрудник

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

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНОГО МАСЛА И СРОКОВ УДАЛЕНИЯ БОТВЫ КАК СПОСОБОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАКОПЛЕНИЯ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований влияния препарата на основе минерального масла на накопление вирусной инфекции в процессе репродуцирования семенного картофеля. Приведены результаты изучения влияния сроков и химического способа удаления ботвы на накопление вирусной инфекции в процессе полевого репродуцирования семенного картофеля.

Ключевые слова: семеноводство; картофель; выход семенной фракции; урожайность; минеральное масло SunSpray 11E; сроки удаления ботвы; способы удаления ботвы; вирусная инфекция; урожайность; структура урожая.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных причин ухудшения качества семенного картофеля является накопление фитопатогенных вирусов, как правило, прогрессирующее с увеличением числа полевых поколений в процессе оригинального и элитного семеноводства. Степень нарастания зараженности растений вирусной инфекцией и связанное с этим ухудшение качества во многом зависят от уровня инфицирующей нагрузки в местах выращивания семенного материала, системы защитных мероприятий, сортовых особенностей и других факторов [1].

Ф. Ф. Замалиева в своих исследованиях указывает на возрастание поражения вирусной инфекцией семенного материала картофеля на седьмой год, в зависимости от устойчивости сорта, в 2,0–7,6 раза. Автор рассчитала, что возможность визуально обнаружить зараженность вирусами появляется после превышения 1–2 % порога вредоносности, в результате чего может произойти лавинообразный рост количества инфицированного материала всего за три вегетационных периода [2].

Практика показала, что даже при строгом соблюдении технологического регламента выращивания семенного материала, основанного на комплексном применении наиболее эффективных агроприемов, позволяющих максимально ограничить распространение вирусной инфекции в полевых условиях, существует определенный риск возникновения случаев новых заражений растений [1].

Для того чтобы избежать заражений растений вирусной инфекцией и перехода ее в клубни нового урожая, необходима надежная система химической защиты посадок картофеля против тлей – переносчиков вирусов. Эффективным приемом снижения затрат при производстве семенного картофеля может стать применение баковых смесей инсектицидов и препаратов на основе минеральных масел. Такие смеси увеличивают пестицидную активность химических препаратов, так как препараты на основе минеральных масел могут выступать в качестве адьювантов (прилипатели и растекатели), что ведет к снижению норм расхода основных пестицидов и рабочей жидкости [1].

Использование минерального масла для обработки вегетирующих растений позволяет создавать механический барьер против укусов тли, переносщей вирусы. Действие минерального масла на насекомых заключается в закупорке дыхалец тонким слоем масла, за счет чего происходит их удушье и растворение хитина, а в смеси с инсектицидами эти свойства кратно увеличиваются. Минеральное масло растворяет и оболочку яиц насекомых, что немаловажно в борьбе с клещами, трипсами, где овицидные свойства препарата являются основным фактором [3].

В современной практике ряда зарубежных стран применение препаратов на основе минеральных и растительных масел является одним из важнейших элементов в системе защитных мероприятий для предупреждения распространения вирусных заболеваний при выращивании семенного картофеля [4, 5].

Исследования, касающиеся изучения влияния сроков и способов удаления ботвы в Беларуси, относятся к концу XX столетия. Потепление климата повлекло изменение распространенности и структуры популяций вирусных болезней, их штаммового состава. Значительно возросла афидофауна на картофеле. Проявились новые виды тлей – переносчиков вирусных болезней, которые раньше в посадках картофеля не встречались. Начали возделываться новые сорта картофеля с различной степенью устойчивости к вирусным болезням. Все эти факторы определили необходимость изучения сроков и способов удаления ботвы на картофеле в современных условиях.

Раннее удаление ботвы – это высокоэффективный семеноводческий прием, способствующий получению здорового семенного материала в процессе оригинального и элитного семеноводства картофеля. Раннее удаление ботвы значительно снижает количество инфицированных вирусными болезнями клубней в текущем году вследствие того, что часть вирусной инфекции не успевает в них проникнуть [6, 7].

Целью исследования являлось определение влияния препарата на основе минерального масла, влияния сроков и способа удаления ботвы на накопление вирусной инфекции в процессе полевого репродуцирования семенного картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в 2017–2020 гг. на опытном поле отдела семеноводства картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризующаяся следующими показателями: содержание гумуса 2,6 %, фосфора 188,0–229,0 мг/кг почвы, калия 299,0–332,0 мг/кг почвы, pH – 5,78. Предшественник – озимый рапс на семена. Норма внесения минеральных удобрений на 1 га составляла $N_{70}P_{80}K_{120}$.

Предпосевная обработка почвы включала культивацию, чизелевание на глубину 18 см в два следа, нарезку гребней. Посадка картофеля была проведена в первой декаде мая. До появления всходов проводили два рыхления междурядий АК-2,8, после чего вносили почвенные гербициды. Выполнены четыре обработки против фитофтороза:

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

одна – системно-контактными фунгицидами и три – контактными, две из них были совмещены с инсектицидными обработками против колорадского жука. Первое химическое удаление ботвы начинали проводить при образовании 70 % семенной фракции, последующие – через 10 и 20 дней после первого. Уборку картофеля по вариантам проводили с 3 по 5 сентября.

Объектами исследований являлись сорта картофеля белорусской селекции: среднеранней группы спелости – Манифест, среднеспелой – Янка, среднепоздней – Вектар. Сорта картофеля Манифест и Янка обладают высокой устойчивостью к вирусам X, Y, L и средней устойчивостью к вирусу M. Сорт Янка менее устойчив к вирусу S, чем сорт Манифест. Сорт Вектар высокоустойчив к вирусам X, M, Y и среднеустойчив к вирусам S и L.

Для объективной оценки накопления вирусной инфекции по годам репродуцирования в 2017 г. семенные клубни отбирали из питомника предварительного размножения, которые соответствовали требованиям нормативных документов по семеноводству для данной категории семян.

Повторность опыта 4-кратная, делянка 4-рядковая по 30 клубней в рядке, площадь опытной делянки 25 м², размещение делянок рендомизированное.

В схему опыта были включены следующие варианты.

Обработка препаратами:

1. Контроль – без обработки;
2. Обработка химическим препаратом Актара (0,06 кг/га);
3. Обработка препаратом на основе минерального масла SunSpray 11E, Бельгия (3,0 л/га).

Удаление ботвы:

1. Контроль – без удаления;
2. Химическое удаление ботвы, Реглон (2,0 л/га):
 - 2.1. При образовании 70 % семенной фракции;
 - 2.2. Через 10 дней после первого удаления ботвы;
 - 2.3. Через 20 дней после первого удаления ботвы.

Учет больных растений методом ИФА проводили в фазу бутонизации – начала цветения согласно инструкции НПО по картофелеводству [8]. Качество семенного материала определяли в соответствии с постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 29 октября 2015 г. № 37 «Об установлении требований к сортовым качествам семян сельскохозяйственных растений» (изм. от 04.10.2017 г. № 49). Листовой материал отбирали со среднего яруса куста, каждый образец изолировали в отдельный пакет. Отобранный материал передавали для тестирования в лабораторию иммунодиагностики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству».

Обработку растений препаратами проводили в течение вегетационного периода через каждые 7–10 дней, начиная с фазы полных всходов, с учетом векторной активности крылатых особей тлей, мигрирующих на посадках картофеля.

Удаление ботвы осуществляли химическим способом (препарат Реглон 2,0 л/га) в три срока с интервалом в 10 дней. Сроки первого удаления ботвы устанавливали при образовании 70 % семенной фракции картофеля. У сорта Манифест первое удаление в зависимости от года исследования производили 20 июля, у сортов Янка и Вектар – 27 июля.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли согласно методике Б. А. Доспехова [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для оценки влияния препарата на основе минерально-масляной эмульсии (далее – ММЭ) на численность крылатых особей тлей – переносчиков вирусной инфекции были проведены обработки вегетирующих растений согласно схеме опыта инсектицидом Актара (0,06 кг/га), а также препаратом на основе минерального масла SunSpray 11E (3,0 л/га).

За период исследований анализ данных в разрезе сортов показал, что распространенность вирусной инфекции на растениях картофеля сорта Манифест в варианте с обработкой препаратом Актара выросла при полевом репродуцировании от 2,5 до 10,0 %. У сорта Янка в контрольном варианте наблюдалось распространение вирусной инфекции от 2,5 до 10,0 % и в варианте с обработкой препаратом Актара до 5,0 %. У сорта Вектар количество больных растений в контрольном варианте составило 12,5 %, а в варианте с обработкой препаратом Актара – 2,5 %. В варианте с обработкой минеральным маслом SunSpray 11E растений, инфицированных вирусами в скрытой форме, обнаружено не было (табл. 1).

В целом за 2017–2020 гг. количество инфицированных растений независимо от сорта в варианте без обработок (контроль) увеличилось от 0 до 12,5 %. В варианте с обработкой препаратом Актара распространенность вирусной инфекции также возросла от 0 до 10,0 %. Количество растений, инфицированных вирусами, в вариантах с обработкой препаратами на основе ММЭ не изменялось в течение четырех лет наблюдений.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что препарат на основе ММЭ оказывает сдерживающий эффект на распространение вирусной инфекции.

Урожайность картофеля за период исследований независимо от сорта составила в контрольном варианте 43,0–47,4 т/га, в варианте с применением препарата Актара – 43,5–47,9, SunSpray 11E – 45,1–48,3 т/га (табл. 2).

Анализ данных в разрезе сортов показал, что применение препарата на основе ММЭ для защиты растений картофеля сортов Манифест, Янка, Вектар не привело к значимому изменению урожайности по отношению как к контролю, так и к варианту с применением Актара.

Показателями эффективности семеноводства картофеля являются выход семенной фракции и соответствие семенных клубней требованиям нормативных документов к качеству.

Таблица 1 – Влияние обработки препаратом инсектицидного действия и минеральным маслом против тлей на поражение растений картофеля вирусной инфекцией, ИФА, 2017–2020 гг.

Вариант	Количество пораженных растений, %			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Манифест				
Контроль – без обработки	0	0	0	0
Препарат Актара (0,06 кг/га)	0	2,5	5,0	10,0
Минеральное масло SunSpray 11E (3,0 л/га)	0	0	0	0
Янка				
Контроль – без обработки	2,5	2,5	5,0	10,0
Препарат Актара (0,06 кг/га)	0	2,5	5,0	5,0
Минеральное масло SunSpray 11E (3,0 л/га)	5,0	5,0	5,0	5,0
Вектар				
Контроль – без обработки	0	12,5	12,5	12,5
Препарат Актара (0,06 кг/га)	0	0	2,5	2,5
Минеральное масло SunSpray 11E (3,0 л/га)	0	0	0	0

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

Таблица 2 – Урожайность и выход семенной фракции картофеля сортов Манифест, Янка, Вектар в зависимости от обработок препаратом инсектицидного действия и минеральным маслом, среднее за 2017–2020 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	Выход семенной фракции 30–60 мм, %
Манифест		
Контроль – без обработки	46,3	69,7
Препарат Актара (0,06 кг/га)	46,9	70,1
Минеральное масло SunSpray 11E (3,0 л/га)	47,7	71,2
Янка		
Контроль – без обработки	43,0	69,1
Препарат Актара (0,06 кг/га)	43,5	69,5
Минеральное масло SunSpray 11E (3,0 л/га)	45,1	70,2
Вектар		
Контроль – без обработки	47,4	68,9
Препарат Актара (0,06 кг/га)	47,9	69,0
Минеральное масло SunSpray 11E (3,0 л/га)	48,3	70,5

За четыре года исследований оценка структуры урожая показала отсутствие прямой зависимости выхода семенной фракции от обработок препаратами. В зависимости от сорта количество семенных клубней составляло 68,9–71,2%. Следовательно, применение препарата на основе минерального масла не оказывает угнетающего действия на рост и развитие растений картофеля, а также на формирование и накопление урожая.

Для определения влияния сроков и способа удаления ботвы на накопление вирусной инфекции в процессе полевого репродуцирования семенного картофеля было проведено химическое удаление ботвы согласно схеме опыта. Анализ данных в разрезе сортов за период исследований показал, что распространенность вирусной инфекции на растениях сортов Манифест и Янка в варианте с химическим удалением ботвы через 20 дней после первого удаления выросла при полевом репродуцировании от 5,0 до 17,5%. У сорта Вектар количество больных растений в варианте с химическим удалением ботвы возросло за годы исследований с 2,5 до 20,0%. В вариантах с удалением ботвы при образовании 70% семенной фракции в процессе репродуцирования растений изучаемых сортов, инфицированных вирусами в скрытой форме, обнаружено не было (табл. 3).

В целом за 2017–2020 гг. установлено, что независимо от сорта в контрольном варианте количество инфицированных растений возросло от 2,5 до 20,0%. Полученный результат указывает на то, что без проведения специализированных мероприятий по защите растений к концу полевого репродуцирования семенной картофель этапа размножения элита имеет высокую степень пораженности вирусной инфекцией. Второе и третье химическое удаление ботвы снижает пораженность вирусной инфекцией растений картофеля до 20%, то есть уровень инфицирования остается достаточно высоким. Количество растений, содержащих вирусы, в варианте с первым удалением ботвы при образовании 70% семенной фракции не изменялось в течение четырех лет наблюдений. Это показывает, что, несмотря на изменения фитопатологических и погодных условий, данное мероприятие сдерживает распространение вирусной инфекции, что позволяет получать посадочный материал с низким уровнем вирусной инфекции.

Урожайность картофеля в контрольном варианте за период исследований независимо от сорта составила 43,9–46,0 т/га, в варианте с химическим удалением ботвы при

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

Таблица 3 – Степень поражения растений картофеля вирусной инфекцией в скрытой форме в зависимости от сроков и способа удаления ботвы, ИФА, 2017–2020 гг.

Вариант	Количество пораженных растений, %			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
	ССЭ	СЭ	элита	РС – 1
Манифест				
Контроль – без удаления	2,5	7,5	12,5	20,0
Первое химическое удаление при 70 % семенной фракции	0	0	0	0
Через 10 дней после первого удаления	0	2,5	5,0	7,5
Через 20 дней после первого удаления	0	5,0	12,5	17,5
Янка				
Контроль – без удаления	2,5	5,0	12,5	20,0
Первое химическое удаление при 70 % семенной фракции	0	0	0	0
Через 10 дней после первого удаления	2,5	7,5	10,0	15,0
Через 20 дней после первого удаления	5,0	7,5	12,5	17,5
Вектар				
Контроль – без удаления	5,0	5,0	7,5	17,5
Первое химическое удаление при 70 % семенной фракции	0	0	0	0
Через 10 дней после первого удаления	2,5	5,0	7,5	12,5
Через 20 дней после первого удаления	2,5	7,5	12,5	20,0

образовании 70 % семенной фракции – 39,6–41,6 т/га. При удалении ботвы через 10 и 20 дней после первого удаления урожайность возросла до 42,0–43,4 и 43,3–45,7 т/га соответственно. Анализ данных в разрезе сортов показал, что раннее удаление ботвы закономерно привело к снижению урожая. При химическом удалении ботвы урожайность снизилась по отношению к контрольному варианту на 11,1 % у сорта Манифест, на 9,8 – у сорта Янка и на 7,8 % у сорта Вектар (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность и выход семенной фракции клубней картофеля сортов Манифест, Янка, Вектар в зависимости от сроков и способов удаления ботвы, среднее за 2017–2020 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	Выход семенной фракции 30–60 мм, %
Манифест		
Контроль – без удаления	46,0	63,9
Первое химическое удаление при 70 % семенной фракции	40,9	70,9
Через 10 дней после первого удаления	43,4	67,5
Через 20 дней после первого удаления	45,7	66,1
Янка		
Контроль – без удаления	43,9	64,7
Первое химическое удаление при 70 % семенной фракции	39,6	70,4
Через 10 дней после первого удаления	42,0	68,4
Через 20 дней после первого удаления	43,3	65,5
Вектар		
Контроль – без удаления	45,1	64,8
Первое химическое удаление при 70 % семенной фракции	41,6	70,6
Через 10 дней после первого удаления	43,1	68,9
Через 20 дней после первого удаления	45,0	66,5

Одним из показателей эффективности семеноводства картофеля является выход семенной фракции и соответствие семенных клубней требованиям нормативных документов к качеству. Раннее удаление ботвы обеспечивает получение доли семенных клубней, превышающее контрольный вариант на 5,7–7,0 %. Следует отметить, что образование 70 % семенной фракции в структуре урожая – это основной параметр в семеноводстве картофеля. Удаление ботвы на более поздних сроках приводило к снижению семенной фракции и увеличению количества клубней мелкой и крупной фракции. В вариантах со вторым и третьим химическим удалением ботвы процент выхода фракции 30–60 мм по отношению к первому удалению ботвы снизился: у сорта Манифест на 3,4–4,8 %, у сорта Янка – на 2,0–4,9, у сорта Вектар на 1,7–4,1 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Количество растений картофеля, инфицированных вирусами, в вариантах с обработкой препаратом на основе ММЭ не изменялось в течение четырех лет наблюдений. Отсюда следует вывод, что препарат на основе минерального масла SunSpray 11E оказывает сдерживающий эффект на распространение вирусной инфекции и позволяет снизить риск новых заражений растений вирусами, переносимыми крылатыми тлями.

Применение препарата SunSpray 11E не оказывает угнетающего действия на рост и развитие растений картофеля, а также на формирование и накопление урожая.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что, несмотря на некоторое снижение урожайности при раннем удалении ботвы, данное мероприятие позволяет получить высокий выход семенной фракции, которая свободна от вирусной инфекции. Более позднее удаление ботвы снижает долю семенных клубней, при этом возникает необходимость выбраковки партий картофеля в связи с распространением вирусных болезней.

Список литературы

1. Минимизация рисков распространения вирусных и бактериальных болезней при выращивании семенного картофеля (рекомендации) / Б. В. Анисимов, Е. А. Симаков, С. Н. Зебрин [и др.]. – Чебоксары : ФГБНУ ВНИИКХ, 2016. – 25 с.
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. – СПб.-Пушкин, 2009. – 44 с.
3. Препарат 30 Плюс. – URL: <https://npfsober.ru> (дата обращения: 04.10.2024).
4. Абрамова, Т. В. Эффективность применения минеральных масел в безвирусном семеноводстве картофеля / Т. В. Абрамова // Селекция и семеноводство картофеля : науч. тр. / НИИКХ. – М., 1980. – Вып. 36. – С. 81–85.
5. Use of oils combined with low doses of insecticide for the control of *Myzus persicae* and PVY epidemics / B. Martín-López, I. Varela, S. Marnotes, C. Cabaleiro // Pest Management Science. – Spain, 2006. – P. 372–378.
6. Амелюшкина, Т. А. Влияние сроков удаления ботвы и защитных мероприятий на качество семенного материала картофеля / Т. А. Амелюшкина, П. С. Семешкина, Б. В. Анисимов // Картофелеводство : сб. науч. тр. ВНИИКХ Россельхозакадемии. – М., 2008. – Т. 1. – С. 369–376.
7. Банадысев, С. А. Особенности применения современных технологий возделывания картофеля / С. А. Банадысев, М. И. Юхневич // Науч. тр. БелНИИК. – Минск, 2000. – Вып. 10. – С. 230–240.

8. Инструкция по применению иммуноферментного диагностического набора для определения вирусов картофеля. – Коренево : ФГБНУ ВНИИКХ, 2014. – 8 с.

9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – М. : Альянс, 2011. – 350 с.

Поступила в редакцию 06.12.2024 г.

A. I. POPKOVICH, V. V. ANTSIPOVICH, N. A. ANTSIPOVICH,
A. A. RUZHENTSEV, V. A. KOZLOV

**EFFECTIVENESS OF USING A MINERAL OIL-BASED
PREPARATION AND TIMING OF HAULM REMOVAL
AS METHODS TO PREVENT THE ACCUMULATION OF VIRAL
INFECTIONS**

SUMMARY

The results of research on the effect of a mineral oil-based preparation on the accumulation of viral infections during seed potato reproduction are presented. The findings on the influence of timing and chemical methods of haulm removal on the accumulation of viral infections during field reproduction of seed potatoes are presented as well.

Key words: seed production; potato; seed fraction yield; productivity; mineral oil SunSpray 11E; timing of haulm removal; haulm removal methods; viral infection; yield; crop structure.

УДК 631.8:635.21(476)

О. О. Равбис¹, заместитель директора по сельскому хозяйству

С. В. Баханкевич¹, директор

В. А. Козлов², доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий лабораторией генетики картофеля

¹ Открытое акционерное общество «Витебский маслоэкстракционный завод», г. Витебск

² РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ФОРМ КОМПЛЕКСНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА БЕЛАРУСИ

РЕЗЮМЕ

Изучено влияние стандартных комплексных гранулированных и органоминеральных удобрений на урожайность, товарность картофеля, динамику накопления крахмала, сухого вещества и витамина С у сортов Лилея, Нара и Вектар. Установлено, что лучшими удобрениями под картофель являются комплексное гранулированное удобрение на фоне 40 т/га органических удобрений и комплексное гранулированное органоминеральное удобрение.

Ключевые слова: картофель; сорта; удобрения; урожайность; товарность; содержание крахмала; витамин С; сухое вещество.

ВВЕДЕНИЕ

Эпоха применения минеральных удобрений принесла человечеству много выгод и благ, но вместе с тем и глобальных проблем, предопределивших необходимость перехода от минеральных удобрений к более совершенным органоминеральным. Неизбежность такого перехода обусловлена всем ходом исторического развития агрономии, энергетики, экологии и экономики.

Химической промышленностью для применения в производстве разработаны и освоены новые виды удобрений:

медленнодействующие азотно-фосфорно-калийные;

с комплексом хелатированных микроэлементов;

комплексные гранулированные органоминеральные удобрения пролонгированного действия;

сбалансированные органоминеральные удобрения.

Анализ мировых тенденций развития земледелия показывает, что в XXI в. будет происходить постепенная замена минеральных удобрений органоминеральными, и наиболее вероятно, что во второй половине столетия они станут доминирующей формой.

В Западной Европе уже пройден предел, выше которого увеличение доз минеральных удобрений не приводит к желаемому повышению урожайности, а существенно снижает агрономическую, экологическую, экономическую, энергетическую эффективность и качество продукции. Фактически кривая роста урожайности с увеличением

доз минеральных удобрений вышла на плато, и дальнейшее увеличение их доз не имеет смысла, но и без внесения минерального питания для растений тоже не обойтись [1].

Разумный компромисс решения данных проблем может быть найден в производстве и применении комплексных гранулированных органоминеральных удобрений пролонгированного действия (ОМУ), так как они, с одной стороны, обладают свойствами минеральных удобрений оперативно снабжать растения питательными веществами, а с другой – свойствами органических удобрений снижать негативные последствия от высоких концентраций минеральных солей в почвенном растворе, способствовать улучшению почвенной структуры, состава и активности почвенных микробиоценозов [2].

Идея создания ОМУ с пролонгацией высвобождения питательных веществ выдвинута и обоснована в 1930 г. выдающимся российским торфохимиком С. С. Драгуновым. В 30–60-х гг. прошлого века в СССР создавались простые смеси порошковидных туков с органическими материалами, а также гранулированные формы ОМУ. Однако простые смеси оказались малоэффективны, а низкая механическая прочность получаемых в то время гранулированных ОМУ не позволяла осуществлять их перевозку.

Улучшенные формы ОМУ были получены лишь в конце 80-х гг. прошлого столетия в Беларуси и России, но из-за несовершенства рецептур и технологий, обуславливающих высокую металлоемкость и удельные затраты энергии, сравнительно быстрый выход из строя технологических узлов, а также в связи с неспособностью оборудования к точному воспроизведению заданных свойств ОМУ в Беларуси в 90-х гг. их прекратили производить. Несмотря на эти трудности и недостатки, идею создания и применения ОМУ следует признать плодотворной, потому что при введении органических компонентов в стандартные минеральные удобрения с последующей грануляцией создается возможность регулирования скорости перехода питательных и биологически активных веществ из гранул в почвенный раствор, формирования в микроразнообразии гранул благоприятной среды для развития растений и почвенной биоты, стимулирования роста и развития растений [3].

Цель работы – изучение влияния различных видов удобрений на урожайность и товарность картофеля, динамику накопления крахмала, сухого вещества и витамина С.

Объектами исследований являлись белорусские сорта: Лилея – ранний, Нара и Вектар – среднепоздние.

Предмет исследований – минеральные комплексные гранулированные удобрения, выпускаемые филиалом «Экспериментальная база Свислочь» ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», комплексные гранулированные органоминеральные удобрения производства ОАО «Гродно Азот» и их влияние на урожайность, товарность картофеля, а также на динамику накопления сухого вещества, крахмала и витамина С.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на опытном поле РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси» в первой декаде мая. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая моренным суглинком, глубина пахотного горизонта – 21 см; рН – 5,88; гумус – 2,98; содержание подвижных форм P_2O_5 – 224 мг/кг, K_2O – 283, меди – 2,4, цинка – 3,3, бора – 0,51 мг/кг почвы.

Предшественник – зернобобовые. Расстояние между клубнями в рядке – 25–30 см. Площадь учетной делянки – 50 м², повторность опыта – 4-кратная.

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

Осенью против сорняков применяли гербицид сплошного действия Торнадо 500 (4 л/га), через две недели была проведена зяблевая вспашка. Весенняя обработка почвы состояла из ранневесенней культивации при наступлении физиологической спелости почвы на глубину 6–8 см культиватором КПС-4,1 с боронованием. Нарезку гребней выполняли гребнеобразователем ПАН-3. Перед закладкой опыта проведено внесение минеральных удобрений: азотные удобрения в виде мочевины, фосфорные – аммонизированного суперфосфата, калийные – хлористого калия (стандартная форма удобрений), комплексное гранулированное удобрение (КГУ) и ОМУ в дозах согласно схеме опыта. Перед посадкой клубни картофеля пророщивали и протравливали фунгицидом Максим Форте и инсектицидом Агровиталь. Посадка клубней осуществлялась сажалкой СК-4.

Против сорняков применяли препараты Зонтран, Агритокс, Миура. Против фитофтороза проведено три обработки препаратами: первая – Ридомил Голд, вторая – Ревус Топ и третья – Ширлан. Против колорадского жука использовали препарат Актара.

Уборку опытных участков осуществляли картофелекопалкой КСТ-1,4А в первой декаде сентября.

Исследования проводили в течение двух лет.

Схема опыта по изучению влияния КГУ и ОМУ на урожайность, товарность картофеля и динамику накопления сухого вещества, крахмала и витамина С включала в себя:

1. Контроль – без удобрений;
2. $N_{110}P_{80}K_{170}$ (стандартная форма удобрений);
3. $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ – КГУ;
4. $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ – ОМУ;
5. 40 т/га органических удобрений – Фон;
6. Фон + $N_{100}P_{80}K_{170}$ (стандартная форма удобрений);
7. Фон + $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ КГУ.

Изучали влияние удобрений на урожайность, товарность, динамику накопления сухого вещества, крахмала и витамина С при локальном внесении удобрений и внесении вразброс. Содержание сухого вещества, крахмала и витамина С определяли в лаборатории общих анализов РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси».

Результаты исследований полевых опытов обработаны методом дисперсионного анализа по «Методике полевого опыта» Б. А. Доспехова и программой STATISTICA 10 [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наиболее урожайными для сорта Лилея были варианты с применением ОМУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ при локальном способе внесения – 52,6 т/га, при внесении вразброс – 50,2 т/га, а также при внесении КГУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ на фоне 40 т/га органики, при котором урожайность составила: локально – 56,2 т/га, вразброс – 52,1 т/га. Прибавка урожайности по сравнению с контрольным вариантом достигла при локальном внесении 20,4 и 24,0 т/га и при внесении вразброс 18,0 и 19,8 т/га соответственно (табл. 1).

По товарности выделился вариант с применением КГУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$, при локальном внесении товарность составила 85 % (прибавка к контролю 27 %), при внесении вразброс – 80 % (прибавка 22 %). По товарности также можно выделить варианты ОМУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ и КГУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 + 40$ т/га органики, у которых при локальном способе внесения удобрений товарность достигла 80 % (прибавка 22 %), при внесении вразброс – 75 % (прибавка 17 %).

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

Таблица 1 – Урожайность и выход товарных клубней сорта Лилея в зависимости от используемых удобрений и способа их внесения, 2019–2020 гг.

Удобрения	Урожайность, т/га		Прибавка урожайности, т/га		Товарность, %			Прибавка товарности, %		
	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс
Контроль (без удобрений)	32,2	–	–	–	58,0	–	–	–	–	–
N ₁₁₀ P ₈₀ K ₁₇₀ (стандартная форма удобрений)	40,6	39,4	8,4	7,2	70	67	12	9		
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀ + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 (КГУ)	47,4	45,9	15,2	13,7	85	80	27	22		
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀ + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 (ОМУ)	52,6	50,2	20,4	18,0	80	75	22	17		
40 т/га органических удобрений – Фон	40,8	39,6	8,6	7,4	70	65	12	7		
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₇₀ (стандартная форма удобрений)	47,5	46,7	15,3	14,5	75	70	17	12		
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀ + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 (КГУ)	56,2	52,1	24,0	19,9	80	75	22	17		
НСР _{0,5}	5,29	5,14	6,08	5,93	–	–	–	–		

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

Для сорта Нара по влиянию на урожайность отличились варианты с применением ОМУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ при локальном способе внесения – 55,1 т/га, при внесении вразброс – 51,8 т/га, а также при внесении КГУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ + органика урожайность при внесении локально достигла 56,7 т/га, вразброс – 53,7 т/га. Прибавка урожайности по сравнению с контрольным вариантом составила при локальном внесении 20,4 и 24,0 т/га и при внесении вразброс 18,0 и 19,8 т/га соответственно.

По товарности выделился вариант с применением КГУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$. При локальном внесении товарность была на уровне 85 % (прибавка 22 %), при внесении вразброс – 80 % (прибавка 17 %). Следует отметить также варианты ОМУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ и КГУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 + 40$ т/га органических удобрений, у которых при локальном способе внесения удобрений товарность составила 80 % (прибавка 19 %) и 83 % (прибавка 20 %) соответственно, при внесении вразброс для обоих вариантов – 80 % (прибавка 17 %) (табл. 2).

Для сорта Вектар, как и для сортов Лилея и Нара, по урожайности лучшими вариантами были применение ОМУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ и КГУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 + 40$ т/га органических удобрений (табл. 3). При внесении локально урожайность составила 57,2 и 58,3 т/га, при внесении вразброс – 55,4 и 57,3 т/га соответственно (прибавка при локальном внесении – 16,7 и 18,0 т/га, вразброс – 18,0 и 16,8 т/га соответственно).

По товарности выделился вариант с применением КГУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 + 40$ т/га органических удобрений, при котором товарность с внесением локально достигла 85 % (прибавка 20 %), вразброс – 80 % (прибавка 15 %) (табл. 3).

В процессе исследований была определена динамика накопления сухого вещества, крахмала и витамина С в зависимости от применяемых удобрений. Основу сухого вещества составляет крахмал, и в тех вариантах, где отмечено наиболее высокое содержание крахмала, содержание сухого вещества также было максимальным.

На рисунках 1 и 2 представлены лучшие варианты накопления крахмала при внесении удобрений локально и вразброс. Для всех сортов лучшим был вариант с использованием ОМУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$. Превышение содержания крахмала (локальное внесение) по сравнению с контрольным вариантом для сортов Лилея и Нара составило 0,5 %, для сорта Вектар – 1,6 %. При внесении удобрений вразброс превышение над контролем для сорта Лилея равнялось 0,3 %, сорта Нара – 0,1 и для сорта Вектар – 1,1 %.

Анализ динамики накопления витамина С показал, что лучшим также был вариант с применением ОМУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ как при локальном внесении, так и при внесении вразброс (рис. 3–5). При локальном внесении удобрений по сортам показатели следующие: Лилея – 15,2 мг/% (превышение над контролем 1 мг/%), Вектар – 16,4 (2,8), Нара – 16,7 мг/% (превышение 3 мг/%). При внесении удобрений вразброс – Лилея 15,0 мг/% (превышение над контролем 1 мг/%), Нара – 16,5 (3), Вектар – 16,2 мг/% (превышение 2,8 мг/%). Вариант 40 т/га органических удобрений + КГУ $N_{100}P_{100}K_{150} + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04$ незначительно уступал в накоплении витамина С в варианте с использованием ОМУ и составил (локально) для сорта Лилея 15,2 мг/% (превышение над контрольным вариантом 1,5 мг/%), Нара – 16,3 (2,8), Вектар – 16,6 мг/% (превышение над контролем 3,2 мг/%). При внесении вразброс – Лилея 15,0 мг/% (превышение 1 мг/%), Нара – 16,3 (2,6), Вектар – 16,4 мг/% (превышение 3 мг/%).

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

Таблица 2 – Урожайность и выход товарных клубней сорта Нара в зависимости от используемых удобрений и способа их внесения, 2019–2020 гг.

Удобрения	Урожайность, т/га		Прибавка урожайности, т/га		Товарность, %		Прибавка товарности, %	
	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс
Контроль (без удобрений)	38,5	—	—	—	63,0	—	—	—
N ₁₁₀ P ₈₀ K ₁₇₀ (стандартная форма удобрений)	42,3	42,1	3,8	3,6	70	68	7	5
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀ + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 (КГУ)	48,6	47,2	10,1	8,7	85	80	22	17
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀ + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 (ОМУ)	55,1	51,8	16,6	13,3	82	80	19	17
40 т/га органических удобрений – Фон	40,0	39,8	1,5	1,3	75	67	12	4
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₇₀ (стандартная форма удобрений)	45,2	44,6	6,7	6,1	80	75	17	12
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀ + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 (КГУ)	56,7	53,2	18,2	14,7	83	80	20	17
НСР _{0,5}	5,98	5,87	6,14	5,24	—	—	—	—

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

Таблица 3 – Урожайность и выход товарных клубней сорта Векстар в зависимости от используемых удобрений и способа их внесения, 2019–2020 гг.

Удобрения	Урожайность, г/га		Прибавка урожайности, г/га		Товарность, %			Прибавка товарности, %	
	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс	Внесение удобрений локально	Внесение удобрений вразброс	
Контроль (без удобрений)	40,5	—	—	—	65,0	—	—	—	
N ₁₁₀ P ₈₀ K ₁₇₀ (стандартная форма удобрений)	43,5	42,1	3,0	1,6	70	68	5	3	
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀ + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 (КГУ)	49,5	48,5	9,0	8,0	80	75	15	10	
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀ + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 (ОМУ)	57,2	55,4	16,7	14,9	80	75	15	10	
40 т/га органических удобрений – Фон	44,0	43,5	3,5	3,0	75	70	10	5	
Фон + N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₇₀ (стандартная форма удобрений)	48,5	47,9	8,0	7,4	80	75	15	10	
Фон + N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₅₀ + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 (КГУ)	58,5	57,3	18,0	16,8	85	80	20	15	
НСР _{0,5}	5,73	5,41	6,06	5,32	—	—	—	—	

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

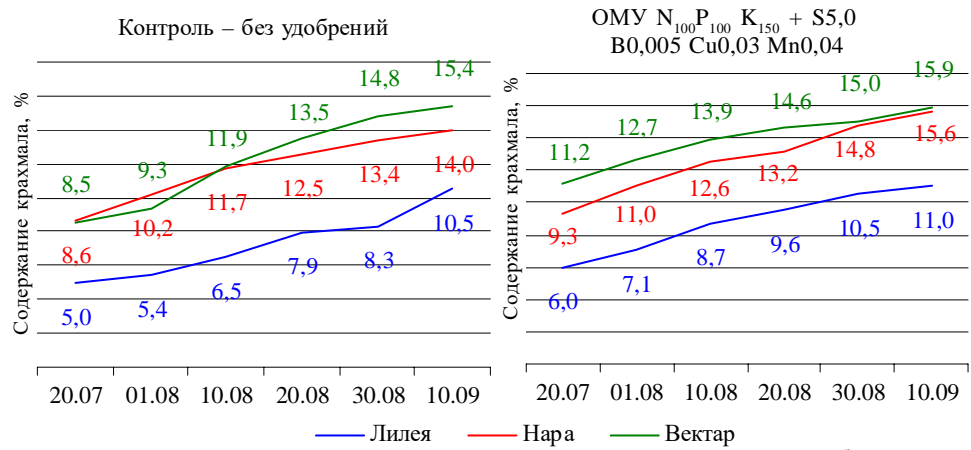


Рисунок 1 – Динамика накопления крахмала при внесении минеральных удобрений локально, среднее за 2019–2020 гг., %

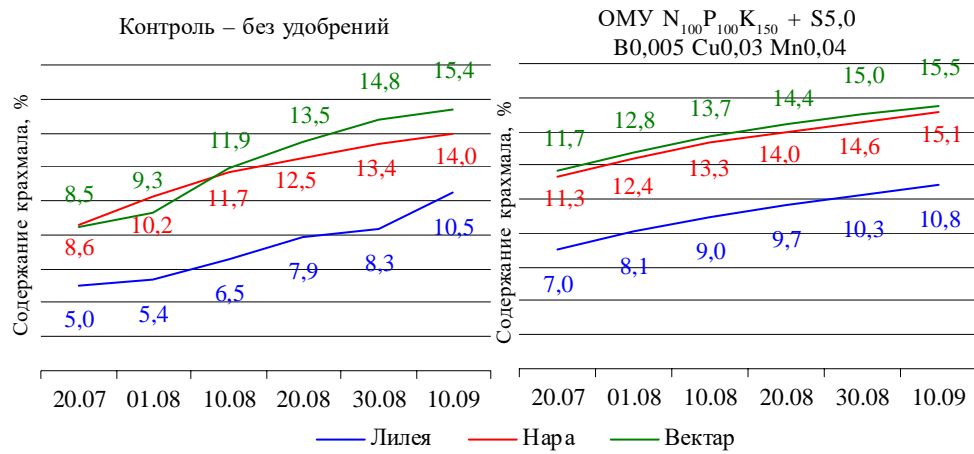


Рисунок 2 – Динамика накопления крахмала при внесении минеральных удобрений вразброс, среднее за 2019–2020 гг., %

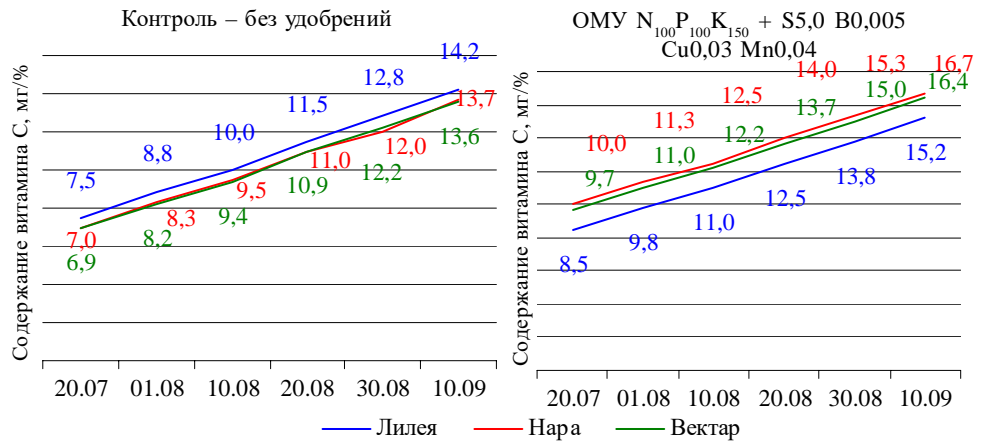


Рисунок 3 – Динамика накопления витамина С при внесении минеральных удобрений локально, среднее за 2019–2020 гг., мг/%

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

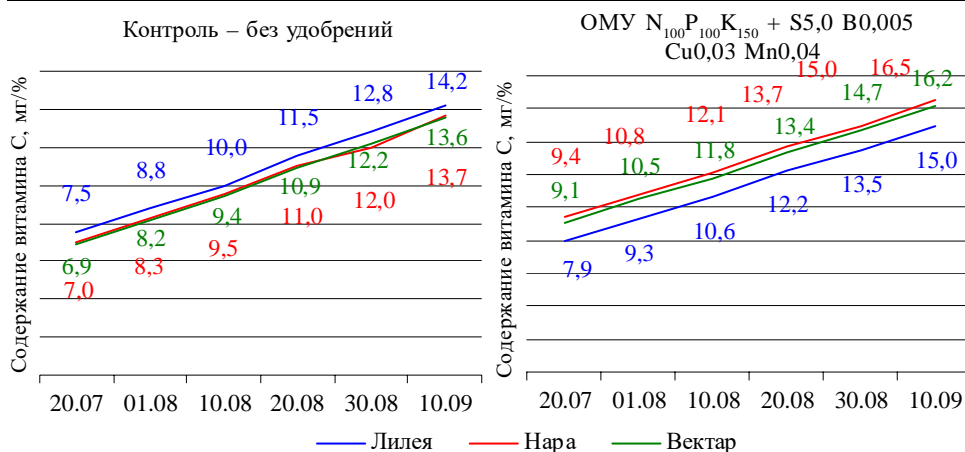


Рисунок 4 – Динамика накопления витамина С при внесении минеральных удобрений вразброс, среднее за 2019–2020 гг., мг/%

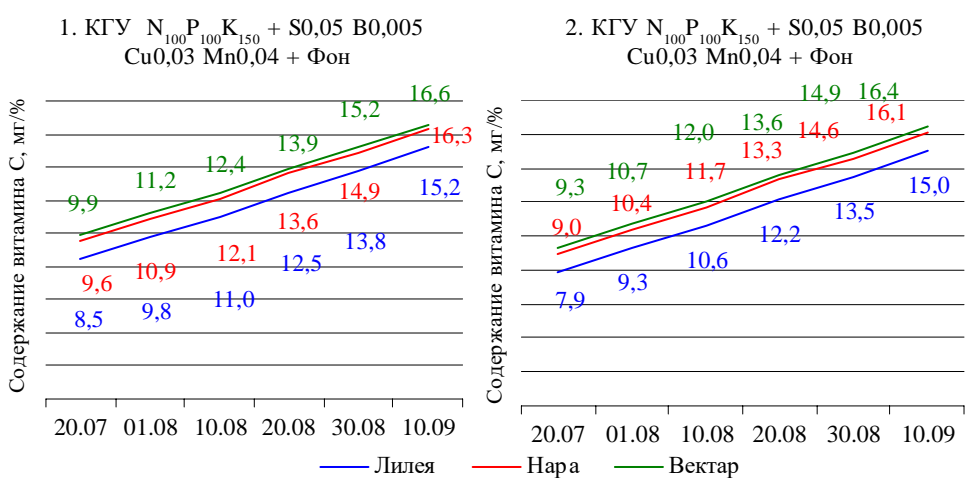


Рисунок 5 – Динамика накопления витамина С при внесении КГУ, среднее за 2019–2020 гг., мг/%: 1 – локально; 2 – вразброс

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований установлено, что по урожайности, товарности, накоплению сухого вещества, крахмала и витамина С лучшими удобрениями под картофель являются КГУ N₁₀₀ P₁₀₀ K₁₅₀ + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04 на фоне 40 т/га органических удобрений и ОМУ N₁₀₀ P₁₀₀ K₁₅₀ + S5,0 B0,005 Cu0,03 Mn0,04.

Список литературы

1. Босак, В. Н. Агрэоэкономическая эфэектывность применения удобрений / В. Н. Босак. – Минск : БелНИВНФХ в АПК, 2005. – 44 с.
2. Босак, В. Н. Экономическая эфэектывность применения удобрений при возделывании пропашных и технических культур на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 2. – С. 111–116.

3. Сидоренко, Т. Н. Влияние удобрений на урожайность, морфологические и биохимические показатели качества новых сортов картофеля при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Сидоренко Тамара Николаевна ; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2006. – 20 с.

4. 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 13.12.2024 г.

O. O. RAVBIS, S. V. BAHANKEVICH, V. A. KOZLOV

**INFLUENCE OF NEW FORMS OF COMPLEX GRANULAR AND
ORGANO-MINERAL FERTILIZERS ON THE YIELD
AND QUALITY OF POTATO VARIETIES IN THE NORTHEAST
REGION OF BELARUS**

SUMMARY

The influence of standard complex granular and organo-mineral fertilizers on the yield, marketability, starch accumulation dynamics, dry matter, and vitamin C content in the potato varieties Lileya, Nara, and Vektar was studied. It was determined that the best fertilizers for potatoes are the complex granular fertilizer applied alongside 40 t/ha of organic fertilizers, and the complex granular organo-mineral fertilizer.

Key words: potato; varieties; fertilizers; yield; marketability; starch content; vitamin C; dry matter.

УДК 635.21:631.532.2

Т. Н. Сидоренко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий отделом картофелеводства и плодородства

Л. Г. Тихонова, старший научный сотрудник

Республиканское унитарное предприятие «Гомельская областная
сельскохозяйственная опытная станция» Национальной академии наук
Беларуси, аг. Довск, Рогачевский район, Гомельская область

ПРИМЕНЕНИЕ САПРОПЕЛЕЙ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты исследований по эффективности почвогрунтов с сапропелями: максимальная урожайность клубней получена при внесении 30 % сапропелей с Житковичского и Червенского месторождений. Урожайность семенных клубней по сортам составила: Першацвет – 17,0–19,0 т/га, Скарб – 14,7–15,7 и Рубин – 12,1–12,8 т/га; количество клубней на одно растение: Першацвет – 5,56–5,17 шт., Скарб – 2,30–2,32, Рубин – 1,78–1,94 шт.; средняя масса одного клубня: Першацвет – 12,68–16,28 г, Скарб – 27,17– 8,52, Рубин – 25,54–28,60 г.

Ключевые слова: картофель; сорт; культура *in vitro*; пробирочные растения; сапропели; Республика Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения устойчивого производства картофеля в хозяйствах всех категорий особое значение имеет повышение качества семенного материала. Эта задача наиболее успешно решается в системе безвирусного семеноводства картофеля с применением современных методов оздоровления сортов клонального размножения меристемных микрорастений, а также использованием различных технологий получения оздоровленных мини-клубней в качестве исходного материала для производства супер-суперэлитного и элитного картофеля [1].

В современных условиях выращивание элитного картофеля требует дополнительных объемов исходных клубней. В сложившейся ситуации в сельскохозяйственном производстве решить проблему увеличения количества клубней возможно за счет повышения продуктивности пробирочных растений в тепличных условиях, а также за счет совершенствования приемов возделывания мини-клубней.

Проблемными вопросами такой технологии являются приживаемость пробирочных растений картофеля при посадке в закрытый грунт, увеличение массы и количества мини-клубней при репродуцировании семенного материала [2].

Урожайность картофеля формируют два ключевых компонента: количество клубней на единицу площади и размер клубней. Повышение урожайности достигается оптимальным количеством высаженных клубней на 1 га (густота посадки), сохранением листового аппарата (защита в период вегетации) и увеличением размера клубней и их веса (питание). Для управления некоторыми из этих составляющих разрабатываются сбалансированные программы питания растений, которые включают использование не только макро-, но и микроэлементов [3].

Для максимальной эффективности создается торфо-сапропелевая плодородная смесь – субстрат в соотношении 7 : 3. Он имеет характерную почвенную структуру (мелкокомковатую), нейтральную реакцию среды и высокое содержание питательных и полезных элементов. Торфо-сапропель может использоваться в качестве почвы сам по себе или служить эффективной подкормкой для деревьев, кустов, декоративных и плодоносящих культур [4]. В этой смеси сапропель нейтрализует кислотность и приносит микроэлементы и удобрения, а торф служит источником органики и придает рыхлость. Применение смеси торфа и сапропели восстанавливает загрязненные, эродированные и истощенные грунты, обогащает их ценными компонентами, обеспечивает устойчивый рост растений и их высокую урожайность.

Повышение эффективности технологии получения мини- и макро клубней картофеля с сохранением эффекта оздоровления является чрезвычайно актуальной задачей.

Цель исследований – оптимизация выращивания первого клубневого поколения картофеля в условиях защищенного грунта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В 2021–2023 гг. РУП «Гомельская ОСХОС НАН Беларуси» проведена исследовательская работа по оптимизации выращивания первого клубневого поколения картофеля в условиях защищенного грунта (комплекс летних теплиц). Почва – низинный торф с содержанием рН (KCl) – 5,81; подвижные формы P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 145 и 565 мг/кг почвы; Ca – 16 900; Mg – 2 313; B – 3,94; Cu – 1,54; Zn – 4,88; Cd – 0,30; Pb – 1,28 мг/кг почвы; Cs^{137} – $39,7 \pm 1,9$ Бк/0,1 Ку/км²; N общий – 0,11 %, массовая доля гуминовых кислот – 18,6 %.

Сапропель, Житковичское месторождение: рН (KCl) – 4,96; подвижные формы P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 990 и 410 мг/кг почвы; Ca – 12 470; Mg – 1 423; B – 3,94; Cu – 2,7; Zn – 34,16; Cd – 0,20; Pb – 9,0 мг/кг почвы; Cs^{137} – 101,0 Бк/0,3 Ку/км²; N общий – 0,11 %, органическое вещество – 28,5, массовая доля гуминовых кислот – 13,8 %.

Сапропель, Червенское месторождение: рН (KCl) – 6,19; подвижные формы P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 310 и 150 мг/кг почвы; Ca – 11 060; Mg – 1 300; B – 3,94; Cu – 8,1; Zn – 8,21; Cd – 0,20; Pb – 6,0 мг/кг почвы; Cs^{137} – 97,9 Бк/0,2 Ку/км²; N общий – 0,11 %, органическое вещество – 20,3, массовая доля гуминовых кислот – 15,0 %.

Объектом исследований являлись сорта картофеля разных групп спелости – Першцавет, Скарб и Рубин, сапропель.

Посадка пробирочных растений осуществлялась в третьей декаде мая, проводилось протравливание пробирочных растений против болезней и вредителей препаратом Эместо Квантум (35 мл/10 л воды).

Схема опыта:

1. Контроль (фон) – торф;
2. Сапропель – 20 %, Житковичское месторождение;
3. Сапропель – 30 %, Житковичское месторождение;
4. Сапропель – 20 %, Червенское месторождение;
5. Сапропель – 30 %, Червенское месторождение.

Проведение агротехнических мероприятий в период вегетации: внесение удобрений и сапропелей – согласно схеме опыта, фрезерование, высадка пробирочных растений, полив, прополка, окучивание. Было проведено десять профилактических комплексных обработок против фитофтороза, альтернариоза, тли, колорадского жука и паутинного клеща. В опыте использовали препараты: Ридомил Голд – 2,0 кг/га, Браво – 3,0, Кариал Флекс – 0,5 кг/га, Инфинито – 1,8 л/га, Ревус Топ – 0,6, Банджо Форте – 1,0,

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

Ширлан – 0,4 л/га. Против тлей применяли Адмирал (0,08 кг/га), колорадского жука – Кораген (0,06 л/га), Актара (0,07 кг/га), паутинных клещей – Фитоверин (3,0 л/га), против кивсяка – Регент 20Г (6,0 кг/га). Уборка урожая по опыту осуществлялась: Першадет 4 сентября, Скарб 13 октября, Рубин 16 октября.

Опыт проводили согласно методическим рекомендациям и методикам при выращивании картофеля [5, 6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований установлено, что приживаемость растений на 10-й день после посадки по сорту Першадет составила 95,3–97,4 %, Скарб – 95,1–97,5 и Рубин – 94,4–96,7 %. Приживаемость растений в разрезе сортов почти одинаковая, разница между ними не существенная. Влияние факторов на приживаемость пробирочных растений в теплице не установлено, по всем вариантам опыта она находилась на уровне контроля 94,9–95,3 % (табл. 1).

Результаты проведенных исследований показывают, что за счет субстрата (торф) в контрольных вариантах опыта сформировалось от 8,0 т/га клубней картофеля первого клубневого поколения у сорта Рубин до 14,9 т/га у сорта Першадет. Урожайность сорта Скарб чуть ниже, чем у сорта Першадет, но выше, чем у сорта Рубин – 12,6 т/га.

Прибавка урожайности от внесения 20 % сапропелей с Житковичского месторождения у сорта Першадет составила 2,3–2,6 т/га, а с Червенского месторождения у сорта Рубин – 2,6–3,9 т/га, у сорта Скарб – 1,7–1,4 т/га. При увеличении дозы сапропелей до 30 % урожайность исследуемых сортов повышается до 2,1–4,1 т/га у Першадета, до 2,1–3,1 – у Скарба и 4,1–4,8 т/га у Рубина (табл. 2).

Анализ структуры урожая изучаемых сортов показал, что в контрольных вариантах опыта (торф) сформировалось от 1,53 шт. клубней картофеля на одно растение у сорта Рубин, 1,94 шт. – у сорта Скарб и до 4,28 шт. – у сорта Першадет.

Таблица 1 – Приживаемость пробирочных растений картофеля после посадки в теплицу, 2021–2023 гг.

Вариант	Приживаемость растений, %		
	Першадет	Скарб	Рубин
Контроль (фон) – торф	95,3	95,1	94,9
Сапропель – 20 %, Житковичское месторождение	95,4	96,4	95,5
Сапропель – 30 %, Житковичское месторождение	95,4	96,6	94,4
Сапропель – 20 %, Червенское месторождение	96,0	95,5	96,0
Сапропель – 30 %, Червенское месторождение	95,9	95,1	95,3
НСР ₀₅	1,1	1,0	1,2

Таблица 2 – Урожайность исследуемых сортов в зависимости от дозы сапропелей, 2021–2023 гг.

Вариант	Урожайность, т/га		
	Першадет	Скарб	Рубин
Контроль (фон) – торф	14,9	12,6	8,0
Сапропель – 20 %, Житковичское месторождение	17,2	14,3	10,6
Сапропель – 30 %, Житковичское месторождение	17,0	15,7	12,1
Сапропель – 20 %, Червенское месторождение	17,5	14,0	11,9
Сапропель – 30 %, Червенское месторождение	19,0	14,7	12,8
НСР ₀₅	1,0	1,1	1,2

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

Выше, чем в контрольном варианте, было количество клубней с одного растения от применения сапропелей (внесение 20 %) с Житковичского и Червенского месторождений: от 1,80 до 5,15 шт. в зависимости от сорта. При возрастающих дозах сапропелей до 30 % количество клубней на одно растение заметно увеличивается только у сорта Першацвет на 0,89–1,28 шт., у сортов Скарб и Рубин отмечено незначительное увеличение – 0,26–0,41 шт.

Анализ структуры урожая по числу клубней с куста по фракциям показал, что во всех вариантах опыта у исследуемых сортов преобладала средняя фракция 5,0–30,0 г (46–50 %), фракции до 5 г и свыше 30 г составляли 25–27 % (табл. 3).

В результате анализа структуры урожая изучаемых сортов можно сделать вывод, что у сорта Першацвет среднее количество клубней составило 5,1 шт. на одно растение, или выше на 38 %, чем у сортов Рубин и Скарб (1,8–1,9 шт.). Этот показатель зависит от генетической характеристики сорта.

Оценка структуры урожая по средней массе клубня показала, что при применении торфа в контрольных вариантах опыта у изучаемых сортов преобладали фракции 5–30 г

Таблица 3 – Влияние субстратов на выход клубней и фракционный состав на куст, 2021–2023 гг.

Вариант	Среднее число клубней с куста по фракциям						всего, шт.
	< 5,0 г		5,0–30,0 г		> 30,0 г		
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	
Першацвет							
Контроль (фон) – торф	1,00	23,4	2,58	60,3	0,70	16,3	4,28
Сапропель – 20 %, Житковичское месторождение	1,60	31,1	2,83	55,0	0,69	13,9	5,15
Сапропель – 30 %, Житковичское месторождение	1,74	31,3	3,17	57,0	0,65	11,7	5,56
Сапропель – 20 %, Червенское месторождение	1,03	21,5	3,06	63,7	0,71	14,8	4,80
Сапропель – 30 %, Червенское месторождение	1,19	23,0	3,04	58,8	0,94	18,2	5,17
Скарб							
Контроль (фон) – торф	0,48	24,7	0,89	45,9	0,57	29,4	1,94
Сапропель – 20 %, Житковичское месторождение	0,45	21,2	0,98	46,2	0,69	32,6	2,12
Сапропель – 30 %, Житковичское месторождение	0,37	16,1	1,23	53,5	0,70	30,4	2,30
Сапропель – 20 %, Червенское месторождение	0,52	19,3	1,25	46,3	0,93	34,4	2,70
Сапропель – 30 %, Червенское месторождение	0,43	18,5	1,18	50,9	0,71	30,6	2,32
Рубин							
Контроль (фон) – торф	0,46	30,1	0,74	48,4	0,33	21,5	1,53
Сапропель – 20 %, Житковичское месторождение	0,36	22,4	0,75	46,6	0,50	31,0	1,61
Сапропель – 30 %, Житковичское месторождение	0,47	26,3	0,79	44,1	0,53	29,6	1,79
Сапропель – 20 %, Червенское месторождение	0,47	26,1	0,86	47,8	0,47	26,1	1,80
Сапропель – 30 %, Червенское месторождение	0,45	23,2	0,99	51,0	0,50	25,8	1,94

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

и > 30 г: Першацвет – 12,56 и 41,16 г, Скарб – 16,68 и 55,63 и Рубин – 20,44 и 57,08 г соответственно.

При внесении 20 % сапропелей с Житковичского и Червенского месторождений в разрезе структуры урожая отмечено увеличение средней (5–30 г) и крупной фракции (> 30,0 г) до 12,66–13,96 г и 44,42–43,28 г соответственно за счет увеличения массы клубней у сорта Першацвет.

У сорта Скарб наблюдалось незначительное увеличение средней и крупной фракции до 18,24 и 66,03 г или оставалось на уровне контрольного варианта. У сорта Рубин также средняя фракция возрастала с 20,44 г в контроле до 21,0 г (увеличение отмечено за счет средней массы одного клубня) или оставалось на уровне контрольного варианта.

При увеличении дозы сапропелей до 30 % у исследуемых сортов почти не меняется состав клубней по фракциям, в сравнении с вариантом 20 % сапропелей (табл. 4).

Возрастающие дозы сапропелей до 30 % способствуют увеличению средней (5–30 г) и крупной фракции (> 30,0 г) до 17,70 и 62,46 г соответственно за счет повышения массы

Таблица 4 – Влияние субстратов на продуктивность и фракционный состав клубней по массе, 2021–2023 гг., г

Вариант	Масса клубней с 1 куста	Средняя масса одного клубня с куста по фракциям			Средняя масса 1 клубня
		< 5,0 г	5,0–30,0 г	> 30,0 г	
Першацвет					
Контроль (фон) – торф	62,70	2,36	12,56	41,16	14,65
Сапропель – 20 %, Житковичское месторождение	72,96	2,43	13,96	43,28	14,17
Сапропель – 30 %, Житковичское месторождение	71,65	2,28	12,80	43,45	12,68
Сапропель – 20 %, Червенское месторождение	73,17	2,88	12,66	44,42	15,24
Сапропель – 30 %, Червенское месторождение	84,15	2,50	14,05	48,67	16,28
Скарб					
Контроль (фон) – торф	53,43	4,73	16,68	55,63	27,53
Сапропель – 20 %, Житковичское месторождение	59,21	3,80	15,78	62,29	27,93
Сапропель – 30 %, Житковичское месторождение	65,60	3,25	17,70	62,46	28,52
Сапропель – 20 %, Червенское месторождение	59,18	3,65	18,24	66,03	27,40
Сапропель – 30 %, Червенское месторождение	82,33	4,24	17,7	53,67	27,17
Рубин					
Контроль (фон) – торф	35,89	4,19	20,44	57,08	23,46
Сапропель – 20 %, Житковичское месторождение	44,10	3,35	18,90	57,40	27,39
Сапропель – 30 %, Житковичское месторождение	51,20	3,41	20,27	63,36	28,60
Сапропель – 20 %, Червенское месторождение	45,97	3,36	21,00	56,02	25,54
Сапропель – 30 %, Червенское месторождение	49,54	3,16	18,38	59,84	25,54

клубней с одного куста и средней массы одного клубня у сорта Першацвет. У сорта Скарб увеличение отмечено по средней и крупной фракции с 16,68 и 55,63 г в контроле до 17,33–17,70 и 56,72–62,46 г за счет средней массы одного клубня в мелкой фракции клубней, которая уменьшилась с 4,73 до 3,06 г. У сорта Рубин не меняется состав клубней по фракциям в сравнении с вариантом использования 20 % сапропелей, но увеличивается масса клубней с одного куста и средняя масса одного клубня.

Анализируя структуру урожая изучаемых сортов, можно сделать вывод, что у сорта Першацвет среднее количество клубней на одно растение было выше, чем у сортов Скарб и Рубин. А вот клубней крупной фракции (> 30,0 г), наоборот, больше в 2 раза по сортам Скарб и Рубин, чем у сорта Першацвет. Кроме того, отмечена закономерность: чем больше среднее количество клубней на одно растение, тем больше клубней мелкой фракции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате применения сапропелей в субстратах выделены наиболее эффективные почвенные смеси для оптимизации выращивания первого клубневого поколения картофеля в условиях защищенного грунта.

Максимальная урожайность клубней получена при внесении 30 % сапропелей с Житковичского и Червенского месторождений и по сортам составила: Першацвет – 17,0–19,0 т/га, Скарб – 14,7–15,7 и Рубин – 12,1–12,8 т/га; количество клубней на одно растение: Першацвет – 5,56–5,17 шт., Скарб – 2,30–2,32 и Рубин – 1,78–1,94 шт.; средняя масса одного клубня: Першацвет – 12,68–16,28 г, Скарб – 27,17–8,52, Рубин – 25,54–28,60 г.

Анализируя структуру урожая изучаемых сортов, можно сделать вывод, что у сорта Першацвет среднее количество клубней на одно растение было выше, чем у сортов Скарб и Рубин. Клубней крупной фракции (> 30,0 г), наоборот, больше в 2 раза у сортов Скарб и Рубин, чем у сорта Першацвет. Кроме этого, отмечена закономерность: чем больше среднее количество клубней на одно растение, тем больше клубней мелкой фракции. Влияние субстратов на основе сапропелей на приживаемость пробирочных растений картофеля не установлено.

Список литературы

1. Мащенко, М. Н. Приемы ускоренного размножения оздоровленных мини клубней картофеля в условиях культуры *in vitro* и *in vivo* / М. Н. Мащенко, Л. Г. Браткова, Н. Н. Цаценко // Картофелеводство : материалы междунар. науч.-практ. конф. «Развитие новых технологий селекции и создание отечественного конкурентоспособного семенного фонда картофеля», Москва, 5–7 июля 2016 г. / ФГБНУ ВНИИКХ ; под ред. С. В. Жеворы. – М., 2016. – С. 148–155.
2. Выращивание оздоровленных *in vitro* микроклонов картофеля в закрытом грунте / Л. Г. Браткова, М. Н. Мащенко, А. Н. Малихина, А. С. Волощенко // Земледелие. – 2015. – № 6. – С. 46–48.
3. Анципович, Н. А. Оценка эффективности применения микроудобрений при производстве семенного картофеля различных групп спелости / Н. А. Анципович, В. И. Дударевич, А. И. Попкович // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: В. Л. Маханько (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Т. 27. – С. 179–186.
4. Возможности совместного освоения месторождений торфа и сапропеля для нужд сельского хозяйства в Беларуси. – URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-](https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti)

sovместnogo-osvoeniya-mestorozhdeniy-torfa-i-sapropelya-dlya-tseley-selskogo-hozyaystva-v-belarusi/viewer/ (дата обращения: 07.07.2021).

5. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев, А. М. Старовойтов, И. И. Колядко [и др.]. – Минск : [б. и.], 2003. – 70 с.

6. 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 26.11.2024 г.

T. N. SIDORENKO, L. G. TИHONOVA

THE USE OF SAPROPELS IN PROTECTED GROUND STRUCTURES IN THE CULTIVATION OF SEED POTATOES

SUMMARY

The results of research on the effectiveness of soils with spropels are presented: the maximum yield of tubers was obtained when 30 % of spropels were introduced from the Zhitkovichi and Cherven deposits. The yield of seed tubers by varieties was: Pershatsvet – 17.0–19.0 t/ha, Skarb – 14.7–15.7 and Rubin – 12.1–12.8 t/ha, and the number of tubers per potato plant: Pershatsvet – 5.56–5.17 pcs, Skarb – 2.30–2.32 and Rubin – 1.78–1.94 pcs. The average weight of one tuber was: Pershatsvet – 12.68–16.28 g, Skarb – 27.17–28.52 g, Rubin – 25.54–28.60 g.

Key words: potato; variety; *in vitro* culture; test tube plants; spropels; Republic of Belarus.

УДК [635.21:631.526.82]:631.44(470.333)

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

Г. И. Пискун, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник

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

В. А. Сердюков, старший научный сотрудник

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

В. Д. Тараканова, младший научный сотрудник

Л. Н. Козлова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий лабораторией биохимической оценки картофеля

О. Б. Незаконова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Ю. В. Гунько, заведующий отделом селекции картофеля

Е. И. Медведева, научный сотрудник

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ПОГАРСКОГО РАЙОНА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

РЕЗЮМЕ

На серой лесной почве в условиях Погарского района Брянской области урожайность картофеля при внесении минеральных удобрений в дозах $N_{90}P_{60}K_{150}$ и $N_{120}P_{90}K_{200}$ возрастает с увеличением уровня питания и по сравнению с контролем по сортам составила: Архидея – 45,9 т/га (прибавка 12,0 т/га) и 46,8 т/га (12,9 т/га), Водар – 46,5 (17,4) и 48,6 (19,5), Нара – 51,3 (10,8) и 58,8 (18,3), Маг – 45,6 (12,3) и 54,0 (20,7), Вектар – 49,5 (15,9) и 51,0 (17,4), Журавинка – 43,8 т/га (6,9 т/га) и 48,3 т/га (11,4 т/га) соответственно. Сбор сухих веществ при внесении доз удобрений в варианте $N_{90}P_{60}K_{150}$ у сортов Маг и Нара составил 10,9 т/га, крахмала – 7,8 и 7,5 т/га соответственно. Увеличение дозы удобрений до $N_{120}P_{90}K_{200}$ повышает выход сухого вещества у сортов Маг и Нара до 12,9 и 12,4 т/га, крахмала – 9,1 и 8,5 т/га соответственно.

Ключевые слова: картофель; сорт; сухое картофельное пюре; технология; минеральные удобрения; дозы удобрений; биохимические показатели клубней.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель как продовольственная культура широко распространен в мире благодаря своим ценным пищевым качествам. Калорийность картофеля определяется главным образом содержанием в клубнях крахмала, который хорошо усваивается. Среди растительных белков из культурных растений протеин картофеля имеет самую высокую биологическую ценность. Перевариваемость его выше 90 %, а соотношение

незаменимых аминокислот в нем примерно такое же, как в протеине животного происхождения. Если сравнивать калорийность и белковый состав картофеля, риса и пшеницы, то наибольшее число калорий и белка содержится в картофеле. Минеральные вещества представлены солями калия, магния, кальция, железа, фосфора, йода. В картофеле содержатся разнообразные витамины: С, В₁, В₂, В₆, РР, фолиевая кислота, пектиновые вещества и органические кислоты. Их содержание в клубнях подвергается большим колебаниям. Ежедневное потребление 300 г картофеля обеспечивает около 10 % и более необходимой организму энергии, почти полную норму витамина С, около 50 % калия, 10 % фосфора, 15 % железа, 3 % кальция [1–4].

Сухие вещества составляют в среднем около 25 % веса клубней, варьирование в зависимости от сортовых особенностей, почвенно-климатических условий и других факторов достигает 13–37 %. Как правило, позднеспелые сорта отличаются повышенным содержанием сухих веществ, а раннеспелые – низким [1, 3, 4]. В то же время прямой связи между накоплением сухого вещества и скороспелостью сортов не прослеживается [4]. Количество сухих веществ в клубнях во многом определяется сбалансированным внесением органоминеральных удобрений. Применение больших доз азота увеличивает урожайность, но снижает содержание сухих веществ и отрицательно влияет на цвет и усиливает неферментативное потемнение мякоти [5–7]. Избыток калия уменьшает количество сухого вещества в клубнях, что особенно заметно при выращивании картофеля на рыхлых почвах, и увеличивает при наличии хлора в калийных удобрениях. Фосфор не оказывает заметного воздействия на содержание этих веществ в клубнях, только очень большое его количество вызывает небольшое увеличение [8, 9].

По данным U. Bidner и K. Dobias [10], на количество сухого вещества в клубнях на достовверном уровне влияли сорт, год и место выращивания. Наибольшую долю в общей вариабельности содержания сухого вещества имел сорт (66,02 %). В исследованиях W. Mazurczyk [11] также отмечается, что наибольшее влияние на содержание сухого вещества оказывает сорт картофеля (37,9 %), доля влияния года составляет 8,7 %, а их сочетание – 30,0 %.

К углеводам картофеля относятся крахмал, сахара, клетчатка, пектиновые вещества и другие углеводосодержащие соединения. Состав их и особенно количественное соотношение нестабильны. Они изменяются в зависимости от сорта, условий выращивания, климатических факторов, фазы развития растения, поражения болезнями, продолжительности и условий хранения [12–16]. В конце вегетации картофеля в общей сумме сахаров на долю сахарозы приходится 60–70 %, глюкозы – 30–35 и фруктозы – не более 55 % [17, 18]. Содержание в клубнях сахаров, особенно редуцирующих, главный фактор, определяющий пригодность картофеля для переработки на различные виды продуктов.

В исследованиях А. В. Митюшкина, С. С. Салюкова, Е. А. Симакова [19] не отмечено существенного влияния на содержание редуцирующих сахаров условий выращивания, оно зависело только от сортовых различий. К. Hamouz, B. Vokal также установили, что их содержание зависит в первую очередь от особенностей сорта, определенное влияние оказывают тип почвы и погодно-климатические условия [20]. W. G. Burton в своих исследованиях разделил факторы, действующие на содержание редуцирующих сахаров в клубнях, на основные (сорт, степень зрелости клубня, температура хранения) и второстепенные (почвенные условия, удобрения, окружающая среда, орошение) [21]. По данным W. Mazurczyk, доля влияния сорта в общей изменчивости содержания редуцирующих сахаров составляет 34,9 %, года – 2,1, а их сочетания – 60,0 % [11].

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

Исследованиями G. Quarda [22] и K. Zgorska, W. Mazurczyk [23] установлено, что высокие дозы азотных и калийных удобрений повышают содержание сахаров в клубнях.

Для производства сухого картофельного пюре необходим зрелый картофель округлой, округло-овальной формы размером 40–60 мм по наибольшему поперечному диаметру. Среди комплекса биохимических показателей при производстве сухого картофельного пюре решающее значение имеют содержание в клубнях редуцирующих сахаров (не более 0,4 %) и сухого вещества (не менее 22,0 %), накопление редуцирующих сахаров в процессе хранения и их ресинтез при прогревании [24–33].

Таким образом, исходя из вышесказанного целью наших исследований было определение влияния почвенно-климатических условий Погарского района на рост, развитие растений, урожайность сортов картофеля; влияния удобрений (режима питания растений) на биохимические показатели клубней картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В отделе технологий производства, защиты и хранения картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» разработана схема опыта, проведен подбор шести сортов (Архидея – среднеранний, Водар – среднеспелый, Нара, Маг, Вектар и Журавинка – среднепоздние) и дозы удобрений (1. Контроль – без удобрений; 2. $N_{90}P_{60}K_{150}$; 3. $N_{120}P_{90}K_{200}$). В опыте использовались минеральные удобрения: селитра аммиачная (34,0 % д. в.), диаммофос (10 : 26 : 26 д. в.) и калимаг (38,0 % д. в. калия).

Почва опытного участка характеризуется как темная серая лесная, с мощным гумусовым горизонтом до 45 см и высоким содержанием гумуса – 4,0–4,3 %, рН – 6,3, калия и фосфора – 166,0–276,0 и 240,5–247,1 мг/кг соответственно (табл. 1, рис. 1).

Перед закладкой опыта вносили минеральные удобрения согласно схеме исследований. Посадка сортов картофеля выполнена картофелесажалкой СПК-4 с шириной междурядий 75 см. После посадки проводили формирование объемных гребней фрезерным культиватором.

В период вегетации проводили учет влажности, плотности и твердости почвы, измерения биометрических показателей развития растений картофеля по общепринятым методикам. Учет урожая по сортам в полевом технологическом опыте выполняли 03–04.10.2023 г. в каждой повторности (делянке) с определением фракционного состава клубней и товарности. Площадь опытной деланки 36 м² (24×1,5 м), общая площадь опыта 0,22 га [31, 33, 34].

Таблица 1 – Агрохимические показатели опытного участка серой лесной почвы, 2023 г. (поля в д. Юдиново Погарского района Брянской области)

Почвенные образцы	рН	Калий, мг/кг	Фосфор, мг/кг	Гумус, %
д. Юдиново	6,3	276,0	240,5	4,3
	6,3	166,0	247,1	4,0
Среднее	6,3	221,0	243,8	4,15



Рисунок 1 – Почвенный разрез серой лесной почвы на участке опытного поля (д. Юдиново Погарского района Брянской области, 19.07.2023 г.)

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

В лаборатории биохимической оценки картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» проведен биохимический анализ клубней: содержание сухого вещества определяли термостатно-весовым методом, суммарного белка – с реактивом Оранж Ж, витамина С – по Мурри, редуцирующих сахаров – с реактивом Самнера, нитратов – ионоселективным методом. Агрохимический анализ почвы: содержание подвижных форм фосфора и обменного калия устанавливается по Кирсанову, гидролитическая кислотность – по Каппену, рН – метрическим методом, гумус – по Тюрину [31]. Экспериментальный материал полевых опытов обработан методом дисперсионного анализа по «Методике полевого опыта» и программой STATISTICA 10 [34].

Метеорологические данные вегетационного периода 2023 г. представлены в таблице 2. Погодные условия сложились достаточно контрастные с колебаниями температуры и существенным недостатком осадков в период вегетации картофеля.

Весна была ранняя и сухая: май оказался теплым и сухим – среднемесячная температура – 14,4 °С при среднемноголетней – 14,1 °С (+0,3 °С). Норма суммы осадков в мае – 65 мм, а выпало только 11,75 мм (18,1 % от нормы).

Июнь был сухим и теплым: среднемесячная температура – 17,6 °С, а фактическая составила 18,74 °С (+1,14 °С). Норма суммы осадков в июне – 74 мм, а выпало дождей всего 21,75 мм (32,9 % от нормы).

Июль был близким к среднемноголетним показателям по температуре и сухим, фактическая температура месяца по данным наблюдений – 20,09 °С (среднемноголетняя – 19,5 °С (+0,59 °С).) Норма суммы осадков в июле составляет 97 мм, а выпало 42,2 мм (43,5 % от нормы).

Август выдался жарким и умеренно влажным: фактическая температура месяца по данным наблюдений – 21,54 °С при среднемноголетней 18,1 °С (+3,44 °С). Норма суммы осадков в августе – 60 мм, выпало 50,75 мм (84,6 % от нормы).

Сентябрь был теплым и сухим: норма среднемесячной температуры сентября 12,5 °С, а фактическая составила 15,53 °С (+3,03 °С). Осадков выпало 4,21 мм, что составляет 6,0 % от нормы (70 мм).

Вегетационный период можно охарактеризовать как жаркий и сухой, с существенным недобором осадков, ГТК составил 0,47 (сумма эффективных температур 2 765 °С и осадков всего – 130,7 мм).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований в период всходов влажность и плотность почвы опытного участка по горизонтам составила: 0–10 см – 21,91 % и 1,00 г/см³, 10–20 см –

Таблица 2 – Метеорологические условия вегетационного периода 2023 г. (по данным метеостанции п. г. т. Погар Брянской области)

Показатели	Температура, °С					Сумма
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	
Погар	14,4	18,74	20,09	21,54	15,53	2 765
Отклонение от нормы	+0,3	+1,14	+0,59	+3,44	+3,03	
Климатическая норма	14,1	17,6	19,5	18,1	12,5	
Осадки, мм						
Погар	11,75	21,75	42,20	50,75	4,21	130,7
Отклонение от нормы	-53,25	-52,25	-54,8	-9,25	-67,0	235,3
Климатическая норма	65,0	74,0	97,0	60,0	70,0	366,0

Примечание. ГТК – 0,47.

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

18,29 и 1,10, 20–30 см – 18,64 % и 1,20 г/см³, то есть почва была хорошо увлажнена и достаточно рыхлая.

Рассматривая биометрические показатели (количество стеблей и высота растений) при внесении удобрений в дозах $N_{90}P_{60}K_{150}$ и $N_{120}P_{90}K_{200}$, необходимо отметить рост габитуса кустов по сортам: Архидея – 6,1 и 11,9 см, Водар – 4,2 и 7,6, Нара – 7,0 и 10,7, Маг – 7,7 и 11,9, Вектар – 11,1 и 16,7, Журавинка – 12,6 и 25,4 см соответственно (рис. 2, табл. 3). Количество стеблей – сортовой признак, который изменяется в определенных пределах и по сортам составил: Архидея – 4,2–4,8 шт/куст, Водар – 4,3–5,4, Нара – 3,0–3,5, Маг – 3,0–4,3, Вектар – 4,8–5,8, Журавинка – 3,7–4,6 шт/куст.

При внесении удобрений в дозах $N_{90}P_{60}K_{150}$ и $N_{120}P_{90}K_{200}$ отмечается рост урожайности пропорционально увеличению уровня питания и по сортам составляет: Архидея –



Рисунок 2 – Кусты изучаемых сортов растений в период клубнеобразования

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

Таблица 3 – Биометрические показатели изучаемых сортов картофеля, 2023 г.

Сорт	Контроль – без удобрений		N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₂₀₀	
	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст	Высота растений, см	Количество стеблей, шт/куст
Архидея	71,9	4,3	78,0	4,8	83,8	4,2
Водар	62,7	4,3	66,9	5,4	70,3	4,5
Нара	65,4	3,2	72,4	3,5	76,1	3,0
Маг	65,3	4,3	73,0	3,3	77,2	3,0
Журавинка	55,7	4,6	66,8	4,3	72,4	3,7
Вектар	67,9	5,2	80,5	5,8	93,3	4,8
НСР ₀₅	Фактор А – сорт		8,64	0,64	–	
	Фактор В – дозы удобрений		5,67	0,70		
	Взаимодействие А×В		7,27	0,88		

45,9 т/га (прибавка 12,0 т/га) и 46,8 т/га (12,9 т/га), Водар – 46,5 (17,4) и 48,6 (19,5), Нара – 51,3 (10,8) и 58,8 (18,3), Маг – 45,6 (12,3) и 54,0 (20,7), Вектар – 49,5 (15,9) и 51,0 (17,4), Журавинка – 43,8 т/га (6,9 т/га) и 48,3 т/га (11,4 т/га) соответственно (табл. 4).

Применение удобрений в дозах N₉₀ P₆₀ K₁₅₀ и N₁₂₀ P₉₀ K₂₀₀ обеспечило увеличение крупной фракции (более 55 мм) в структуре урожая у сортов Архидея – 76,6 % (рост 10,2 % к контролю) и 76,9 % (10,5 %), Водар – 35,2 (22,8) и 37,5 (25,1), Нара – 42,2 (19,0) и 46,3 (23,1), Маг – 65,8 (3,6) и 85,1 (22,9), Вектар – 76,4 (11,0) и 78,2 (12,8), Журавинка – 39,0 % (16,2 %) и 48,4 % (25,6 %) соответственно.

Таблица 4 – Урожайность сортов картофеля в зависимости от доз минеральных удобрений, 2023 г.

Сорт	Общая урожайность, т/га	Структура урожая, %			Товарность, %	Товарная урожайность, т/га
		> 55 мм	28–55 мм	< 28 мм		
Контроль – без удобрений						
Архидея	33,9	66,4	27,1	6,5	93,5	31,7
Водар	29,1	12,4	86,6	1,0	99,0	28,8
Нара	40,5	23,2	74,8	2,0	98,0	39,7
Маг	33,3	62,2	34,2	3,6	96,4	32,1
Журавинка	36,9	22,8	69,1	8,1	91,9	33,9
Вектар	33,6	65,4	30,8	3,8	96,2	32,3
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀						
Архидея	45,9	76,6	18,9	4,5	95,5	43,8
Водар	46,5	35,2	63,6	1,2	98,8	45,9
Нара	51,3	42,2	56,3	1,5	98,5	50,5
Маг	45,6	65,8	30,9	3,3	96,7	44,1
Журавинка	43,8	39,0	55,8	5,2	94,8	41,5
Вектар	49,5	76,4	21,8	1,8	98,2	48,6
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₂₀₀						
Архидея	46,8	76,9	21,8	1,3	98,7	46,2
Водар	48,6	37,5	60,9	1,6	98,4	47,8
Нара	58,8	46,3	52,4	1,3	98,7	58,0
Маг	54,0	85,1	14,3	0,6	99,4	53,7
Журавинка	48,3	48,4	46,6	5,0	95,0	45,9
Вектар	51,0	78,2	21,2	0,6	99,4	50,7
НСР ₀₅	Фактор А – сорт				7,77	
	Фактор В – дозы удобрений				3,11	
	Взаимодействие А×В				5,92	

Таким образом, можно выделить наиболее урожайные сорта Нара – 51,3–58,8 т/га, Маг – 45,6–54,0 и Вектар – 49,5–51,0 т/га. У сортов Архидея, Водар и Журавинка урожайность составила от 45,9 до 48,6 т/га, то есть несколько меньше чем у сортов Нара, Маг и Вектар. При этом у сортов Архидея, Маг и Вектар в структуре урожая преобладала крупная фракция клубней – от 76,6 до 85,1 %.

Рассматривая и анализируя биохимические показатели сортов картофеля, необходимо отметить дифференцированную реакцию каждого сорта на условия выращивания и дозы удобрений (табл. 5 и 6). Содержание сухих веществ в клубнях в зависимости от сорта и варианта опыта изменялось от 19,5 до 26,3 %. Больше всего сухих веществ накопили клубни сорта Маг (24,4 % в среднем по опыту). Максимальное их содержание отмечено в варианте без удобрений (контроль) у всех исследуемых сортов, что подтверждает имеющиеся в литературе данные, что использование минеральных удобрений понижает содержание сухих веществ в клубнях картофеля.

Сбор сухих веществ при внесении дозы удобрений $N_{90}P_{60}K_{150}$ у сортов Маг и Нара составил 10,9 т/га, крахмала – 7,8 и 7,5 т/га соответственно. Увеличение дозы удобрений до $N_{120}P_{90}K_{200}$ повышает выход сухого вещества у сортов Маг и Нара до 12,9 и 12,4 т/га, крахмала – 9,1 и 8,5 т/га соответственно. У других четырех сортов – Архидея, Водар, Журавинка и Вектар сбор сухого вещества составил 10,0–10,3 т/га и крахмала – 6,9–7,2 т/га.

Содержание редуцирующих сахаров в клубнях сортов варьировало от 0,03 до 0,69 %. Наиболее пригодны для производства сухого картофельного шпоре по этому показателю клубни сортов Маг (0,06–0,11 %) и Нара (0,12–0,16 %). Зависимости их содержания от доз удобрений не прослеживается, но интервал колебаний показателей редуцирующих сахаров (не превышает НСР) отмечен у всех сортов: Журавинка – рост на 0,01 %; Водар – рост на 0,04 % и снижение на 0,08 %; Архидея, Нара, Маг, Вектар – снижение на 0,07–0,11; 0,07–0,11; 0,01–0,05 и 0,03–0,11 % соответственно.

Пределы варьирования показателя «суммарный белок» – 0,78–1,18 %. Достоверно увеличение содержания суммарного белка отмечено у сортов Архидея – 1,18 % (+0,09 %) и Нара – 0,93 % (+0,05 %), хотя считается, что применение удобрений не влияет на этот показатель, так как количество белка в клубнях картофеля зависит от сорта, а изменение условий выращивания влияет на этот показатель незначительно.

Содержание витамина С изменялось от 11,8 до 15,3 мг%. Влияния доз удобрений на этот показатель не прослеживается.

Содержание нитратов в клубнях изучаемых сортов не превышало ПДК, ожидаемо увеличиваясь при использовании удобрений. Минимальное увеличение нитратов в клубнях отмечено у сортов Нара и Журавинка.

Таким образом, по совокупности изученных биохимических (сухие вещества и редуцирующие сахара) показателей наиболее пригодны для производства сухого картофельного шпоре клубни сортов Маг и Нара.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных полевых и лабораторных исследований с сортами картофеля белорусской селекции в условиях Погарского района Брянской области (Погарская картофельная фабрика, д. Юдиново) можно сделать следующие выводы.

По биометрическим показателям «количество стеблей» и «высота растений» при внесении удобрений в дозах $N_{90}P_{60}K_{150}$ и $N_{120}P_{90}K_{200}$ отмечен рост габитуса кустов по сортам: Архидея – 6,1 и 11,9 см, Водар – 4,2 и 7,6, Нара – 7,0 и 10,7, Маг – 7,7 и 11,9, Вектар – 11,1 и 16,7, Журавинка – 12,6 и 25,4 см соответственно.

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

Таблица 5 – Биохимические показатели сортов картофеля для производства сухого картофельного шоре и выход сухих веществ и крахмала на 1 га, 2023 г.

Сорт	Редуцирующие сахара, %	Сухие вещества, %	Выход сухих веществ, т/га	Крахмал, %	Выход крахмала, т/га	Суммарный белок, %	Витамин С, мг/%	Нитраты, мг/кг
Контроль – без удобрений								
Архидея	0,56	24,0	8,1	17,1	5,8	1,02	13,4	41,0
Водар	0,66	23,3	6,8	16,4	4,8	0,94	13,3	65,7
Нара	0,23	22,9	9,3	15,9	6,4	0,84	13,4	46,3
Маг	0,11	25,7	8,6	18,6	6,2	0,98	12,7	65,6
Журавинка	0,58	22,9	8,5	15,9	5,9	0,91	13,2	43,9
Вектар	0,62	22,7	7,6	15,8	5,3	0,93	12,9	49,2
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀								
Архидея	0,49	19,7	9,0	13,2	6,1	1,11	13,4	126,3
Водар	0,70	20,4	9,5	13,8	6,4	0,89	13,2	90,8
Нара	0,16	21,3	10,9	14,6	7,5	0,86	12,5	49,2
Маг	0,06	23,9	10,9	17,0	7,8	1,03	13,6	92,9
Журавинка	0,59	21,9	9,6	15,3	6,7	0,97	12,8	58,3
Вектар	0,59	20,5	10,1	13,9	6,9	0,97	12,2	69,4
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₂₀₀								
Архидея	0,45	22,1	10,3	15,3	7,2	1,15	13,1	88,4
Водар	0,58	20,9	10,2	14,3	6,9	1,01	13,8	121,9
Нара	0,12	21,1	12,4	14,4	8,5	0,93	13,1	55,6
Маг	0,10	23,8	12,9	16,9	9,1	1,04	13,7	88,2
Журавинка	0,59	20,8	10,0	14,2	6,9	0,97	13,3	49,9
Вектар	0,51	20,2	10,3	13,7	7,0	0,97	12,3	112,1
Фактор А – сорт	0,06	1,65		1,47		0,07	0,86	30,68
Фактор В – дозы удобрений	0,19	1,13	–	1,03	–	0,07	0,62	23,55
Взаимодействие А×В	0,09	1,52		1,24		0,11	1,75	34,22

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

Таблица 6 – Биохимические показатели клубней и пределы их варьирования, 2023 г.

Показатели	Редуциру- ющие сахара, %	Сухое ве- щество, %	Суммарный белок, %	Нитраты, мг/кг	Витамин С, мг%
Маг					
Пределы варьирования	0,03–0,12	23,1–26,3	0,95–1,10	62,5–113,9	11,8–14,7
Среднее	0,07	24,4	1,01	82,2	13,3
Водар					
Пределы варьирования	0,57–0,69	20,3–23,6	0,88–1,05	68,7–232,6	12,3–15,3
Среднее	0,63	21,5	0,94	121,1	13,4
Нара					
Пределы варьирования	0,06–0,23	20,4–23,9	0,78–0,93	39,4–63,8	11,8–13,7
Среднее	0,16	21,7	0,88	50,4	13,0
Вектар					
Пределы варьирования	0,5–0,64	20,0–23,0	0,89–1,00	45,2–124,9	11,8–13,3
Среднее	0,57	21,3	0,96	76,9	12,5
Архидея					
Пределы варьирования	0,44–0,58	19,5–24,0	0,98–1,18	23,4–127,6	12,8–13,7
Среднее	0,50	21,9	1,09	85,2	13,3
Журавинка					
Пределы варьирования	0,51–0,65	20,5–23,7	0,87–0,98	43,4–65,6	12,6–13,6
Среднее	0,58	21,8	0,95	50,6	13,1

Урожайность картофеля при внесении удобрений в дозах $N_{90}P_{60}K_{150}$ и $N_{120}P_{90}K_{200}$ возрастает с увеличением уровня питания и по сортам составила: Архидея – 45,9 т/га (прибавка 12,0 т/га) и 46,8 т/га (12,9 т/га), Водар – 46,5 (17,4) и 48,6 (19,5), Нарa – 51,3 (10,8) и 58,8 (18,3), Маг – 45,6 (12,3) и 54,0 (20,7), Вектар – 49,5 (15,9) и 51,0 (17,4), Журавинка – 43,8 т/га (6,9 т/га) и 48,3 т/га (11,4 т/га) соответственно.

Выделены наиболее урожайные сорта: Нарa 51,3–58,8 т/га, Маг – 45,6–54,0 и Вектар – 49,5–51,0 т/га. У сортов Архидея, Водар и Журавинка урожайность составила от 45,9 до 48,6 т/га. Необходимо выделить сорта Архидея, Маг и Вектар, у которых в структуре урожая преобладала крупная фракция клубней – от 76,6 до 85,1 %.

Сбор сухих веществ при внесении доз удобрений в варианте $N_{90}P_{60}K_{150}$ у сортов Маг и Нарa составил 10,9 т/га, крахмала – 7,8 и 7,5 т/га соответственно. Увеличение дозы удобрений до $N_{120}P_{90}K_{200}$ повышает выход сухого вещества у сортов Маг и Нарa до 12,9 и 12,4 т/га, а крахмала – 9,1 и 8,5 т/га соответственно.

По совокупности исследуемых биохимических показателей (сухие вещества и редуцирующие сахара) наиболее пригодны для производства сухого картофельного пюре клубни среднепоздних сортов Маг и Нарa.

Список литературы

1. Картофель / Д. Шпаар, В. Иванюк, П. Шуманн [и др.] ; под ред. Д. Шпаара. – Минск : ФУАинформ, 1999. – С. 19–26.
2. Альсмик, П. И. Селекция картофеля в Белоруссии / П. И. Альсмик. – Минск : Ураджай, 1979. – 127 с.
3. Новосельская, А. П. Сортвые особенности биохимического состава клубней картофеля / А. П. Новосельская, В. М. Мицко, И. В. Холодило // Картоплярство. – 1995. – Вып. 26. – С. 42–45.
4. Жоровин, Н. А. Условия выращивания и потребительские качества картофеля / Н. А. Жоровин. – Минск : Ураджай, 1977. – 176 с.

5. Skala, S. The effect of site, year and fertilization on nutrient concentration in the dry matter of potato tubers / S. Skala // Rost. Vyr. – 1987. – № 33. – P. 1071–1084.
6. Smith, O. Potatoes: production, storing, processing / O. Smith. – Westport, Connecticut : Avi Publishing Co., 1977. – 776 p.
7. Коршунов, А. В. Управление урожаем и качеством картофеля / А. В. Коршунов. – М. : ВНИИКХ, 2001. – 369 с.
8. Литун, Б. П. Картофелеводство зарубежных стран / Б. П. Литун, А. И. Замотаев, Н. А. Андриюшина. – М. : Агропромиздат, 1988. – 167 с.
9. Stricker, H. W. Qualitäts und Sortenfragen bei der Kartoffel als Rohstoff in der Kartoffelverarbeitenden industrie / H. W. Stricker // Der Kartoffelbau. – 1983. – № 34. – P. 2.
10. Bidner, U. The effect of variety, locality and year on table quality and test potatoes / U. Bidner, K. Dobias // Rost. Vyr. – 1986. – Vol. 10. – P. 59–70.
11. Mazurczyk, W. Sklad chemiczny dojrzlych bulw 30 odmian ziemniaka / W. Mazurczyk // Biul. Inst. Ziemn. – 1992. – № 44. – P. 5–8.
12. Плешков, Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б. П. Плешков. – М. : Агропромиздат, 1987. – С. 423–434.
13. Сидякина, И. И. Пригодность картофеля к промышленной переработке в зависимости от срока посадки и доз минеральных удобрений / И. И. Сидякина // Вопросы картофелеводства : тр. / ВНИИКХ. – М., 1994. – С. 54–58.
14. Smith, O. Functions of the protein and other nitrogenous fractions of potatoes in chips color development / O. Smith, R. N. Treadway // Amer. Potatoes. – 1960. – № 4. – P. 139–143.
15. Власюк, П. А. Химический состав картофеля и пути улучшения его качества / П. А. Власюк, Н. Е. Власенко, В. Н. Мицко. – Киев : Наукова Думка, 1979. – 196 с.
16. Качество картофеля и картофелепродуктов / под ред. А. В. Коршунова. – М. : ВНИИКХ, 2001. – 253 с.
17. Жоровин, Н. А. Потребительные качества картофеля / Н. А. Жоровин. – Минск : ГИСХЛБ, 1963. – 144 с.
18. Вечер, А. С. Физиология и биохимия картофеля / А. С. Вечер, М. Н. Гончарик. – Минск : Наука и техника, 1973. – 264 с.
19. Митюшкин, А. В. Влияние сорта и условий выращивания на качество получаемых чипсов / А. В. Митюшкин, С. С. Салоков, Е. А. Симаков // Достижения науки и техники АПК. – 2001. – № 2. – С. 28–29.
20. Namouz, K. Influence of environmental conditional and way of cultivation on the reducing sugar content in potato tubers / K. Namouz, B. Vokal // Rost. Vyr. – 2000. – № 1. – С. 23–27.
21. Burton, W. G. The physics and physiology of storage / W. G. Burton, A. Van. Es, K. L. Hartmans // Harris P.M. The potato crop. The Scientific Basis for improvement. – London : Chaman and Hall, 1992. – P. 608–709.
22. Quarda, G. Fttori che influenzano la qualita delle patate destinate alla trasfornazione ne industriale / G. Quarda // Inform. Agr. – 1985. – № 41. – P. 63–69.
23. Zgorska, K. Wplyw warunkow wegetacji i temperatury przechowywania na zmiany cech jahosci 26 odmian ziemniaka / K. Zgorska, A. Frydecka-Mazurczyk // Biul. Inst. Ziemn. – 1982. – № 28. – С. 135–148.
24. Пшеченков, К. А. Оценка сортов картофеля селекции ВНИИКХ на пригодность к промпереработке / К. А. Пшеченков, С. В. Мальцев // Защита картофеля. – 2011. – № 1. – С. 38–40.
25. Власюк, П. А. Физиолого-биохимическая природа потемнения мякоти клубней картофеля / П. А. Власюк, В. Н. Мицко // Физиология и биохимия культурных растений. – Киев, 1972. – Вып. 1. – Т. 4. – С. 3.

26. Мазур, А. М. Научно-практические основы технологии сухого картофельного пюре / А. М. Мазур // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия: научно-методический журнал. – 2013. – № 1. – С. 8–13.

27. Масны, М. М. Бульба, біяхімія і якасць / М. М. Масны. – Минск, 1990. – С. 49–79.

28. Метлицкий, Л. В. Биохимия / Л. В. Метлицкий // Картофель. – М. : Колос, 1970. – С. 225–248.

29. Гончаров, Н. Д. Методические указания по оценке селекционного материала картофеля на пригодность к промышленной переработке для пищевых полуфабрикатов / Н. Д. Гончаров, Н. С. Кожушко, Н. В. Кравченко. – Минск, 1980. – 38 с.

30. Материалы Белорусско-Нидерландского семинара по картофелеводству // Минск-Самохваловичи, 12–13 марта 1998 г. – Минск, 1998. – С. 93–99.

31. Методика исследований по культуре картофеля / НИИ картоф. хоз-ва ; редкол.: Н. С. Бацанов [и др.]. – М., 1967. – 265 с.

32. Кирюхин, В. П. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к промышленной переработке / В. П. Кирюхин, М. М. Чеголина. – М., 1983. – 30 с.

33. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.]. – Минск, 2003. – С. 70.

34. 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 13.12.2024 г.

D. D. FITSURO, G. I. PISKUN, V. L. MAKHANKO, V. A. SERDYUKOV,
D. S. GASTILO, V. D. TARAKANOVA, L. N. KOZLOVA,
O. B. NEZAKONOVA, YU. V. GUNKO, E. I. MEDVEDEVA

RESULTS OF RESEARCH ON GROWING BELARUSIAN-BRED POTATO VARIETIES ON GRAY FOREST SOIL IN THE POGARSKIY DISTRICT OF THE BRYANSK REGION

SUMMARY

On gray forest soil in the conditions of the Pogarskiy district of the Bryansk region, potato yield increased with the application of mineral fertilizers at doses of $N_{90}P_{60}K_{150}$ and $N_{120}P_{90}K_{200}$ and compared to the control, yields by variety as follows: Arhideya – 45.9 t/ha (an increase of 12.0 t/ha) and 46.8 t/ha (12.9 t/ha), Vodar – 46.5 (17.4) and 48.6 (19.5), Nara – 51.3 (10.8) and 58.8 (18.3), Mag – 45.6 (12.3) and 54.0 (20.7), Vektar – 49.5 (15.9) and 51.0 (17.4), Zhuravinka – 43.8 t/ha (6.9 t/ha) and 48.3 t/ha (11.4 t/ha), respectively. Dry matter yield for the $N_{90}P_{60}K_{150}$ fertilizer variant in Mag and Nara varieties reached 10.9 t/ha, and starch yield was 7.8 and 7.5 t/ha, respectively. Increasing the fertilizer dose to $N_{120}P_{90}K_{200}$ raised dry matter yield in Mag and Nara varieties to 12.9 and 12.4 t/ha and starch yield to 9.1 and 8.5 t/ha, respectively.

Key words: potato; variety; potato dry mash; technology; mineral fertilizers; fertilizer doses; biochemical tuber indicators.

УДК 635.21:631.526.32

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

М. О. Осовик, заведующий отраслевой лабораторией агробиотехнологии

И. И. Шкляр, научный сотрудник

РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси»,
г. Щучин, Гродненская область

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ПРИ ЗАЩИТЕ ПОСАДОК КАРТОФЕЛЯ ОТ ЗЛАКОВЫХ СОРНЯКОВ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты исследований по применению беспилотного летательного аппарата при различных параметрах настройки агродрона для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками на картофеле. Установлено, что применение агродрона при защите картофеля от злаковых сорняков позволяет сохранить от 9,9 до 31,8 % урожая.

Биологическая эффективность гербицида Миура, КЭ (в зарегистрированных нормах расхода) при внесении агродроном в зависимости от параметров его настройки против проса куриного находилась на уровне 87,3–97,9 %, против пырея ползучего – 87,9–98,9 %.

Ключевые слова: картофель; агродрон; пырей ползучий; просо куриное; гербицид; норма расхода; размер капли; урожайность; эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях повышение эффективности отрасли картофелеводства возможно лишь на основе существенного увеличения урожайности культуры. Важнейшим резервом повышения продуктивности и качества картофеля является борьба с сорняками, болезнями и вредителями, потери урожая от которых составляют 30–50 % и могут достигать, по мнению некоторых ученых, 80–90 % [1, 2]. По данным ФАО, мировые потери урожая картофеля только от болезней в денежном выражении составляют 3,4 млрд долл. США, что в два раза превышает потери зерновых культур, овощей и сахарной свеклы [3]. Поэтому комплексная защита картофеля – важнейший элемент современной технологии возделывания культуры, основополагающей составной при этом является химпрополка.

Основным методом внесения гербицидов в настоящее время является наземное опрыскивание. Применение агродронов для данной цели имеет ряд преимуществ, в частности использование ультрамалообъемной авиации при переувлажнении. Это позволяет провести защитные мероприятия в оптимальные сроки при неблагоприятных погодных условиях [4]. Кроме того, существует возможность осуществлять дифференцированные обработки с учетом очагов засоренности, например, многолетними или злаковыми сорняками, что невозможно при использовании наземной техники, поскольку требуется проезд по всей площади участка.

Для проведения обработки посадок нужна определенная ветровая обстановка (скорость ветра не более 5 м/с), которая чаще всего ухудшается в дневные часы. Поэтому защитные мероприятия приходится переносить на вечерние и утренние часы, что

снижает производительность труда. Беспилотная авиация дает возможность беспрепятственной работы ночью, что не только позволяет соблюдать регламент применения средств химизации относительно скорости ветра и температур, но и работать в отсутствие пчел и других полезных насекомых.

Кроме того, при использовании агродрона можно минимизировать контакт человека с пестицидами, уменьшить риск загрязнения почвы и грунтовых вод [4, 5]. Поэтому исследования по эффективности применения беспилотной авиации на посадках картофеля являются особенно актуальными.

Цель исследований – определить эффективность применения беспилотных летательных аппаратов при защите картофеля от злаковых сорняков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в 2023–2024 гг. на опытном поле РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси». 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 – нормативные параметры для создания полетного задания для беспилотного летательного аппарата (далее – БПЛА): расход рабочего раствора, размер капли, нормы применения пестицидов.

Исследования осуществлялись на посадках среднераннего сорта Бриз. Противозлаковый гербицид Миура, КЭ применялся при высоте пырея ползучего 10–15 см и в фазу 2–4 листьев у проса куриного по схеме опыта (табл. 1).

Наблюдения и учеты выполнялись по общепринятым методикам [6, 7]. Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью компьютерных программ дисперсионного анализа (Б. А. Доспехов, 1985) [8].

Учет засоренности посадок злаковыми сорняками проводился спустя 30 дней после обработки.

Биологическая эффективность рассчитывалась по формуле:

$$C_k = 100 - \frac{B_o}{B_k} \times 100,$$

где C_k – снижение числа или сырой массы сорняков, % к контролю;

B_o – число или сырая масса сорняков в опыте, шт/м² (г/м²);

B_k – число или сырая масса сорняков в контроле, шт/м² (г/м²).

Учет урожая осуществлялся сплошным методом, поделяночно, товарность (доля клубней размером более 40 мм по наибольшему поперечному диаметру, за исключением травмированных и позеленевших клубней) определялась с 10 кустов каждой повторности.

Качественная характеристика тесноты связи показателей устанавливалась на основе расчета коэффициента корреляции и анализировалась по схеме:

<i>Сила связи</i>	<i>Направление связи</i>	
	<i>прямая (+)</i>	<i>обратная (–)</i>
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**

Таблица 1 – Схема опыта

Метод внесения (фактор А)	Норма расхода гербицида (фактор В)	Расход рабочего раствора, л/га (фактор С)	Размер капли, мкм (фактор D)
Без обработки	Контроль	–	–
Наземное опрыскивание	Миура, КЭ 1,0 л/га (многолетние злаковые)	200	–
	Миура, КЭ 0,8 л/га (однолетние и многолетние злаковые)		
	Миура, КЭ 0,4 л/га (однолетние злаковые)		
БПЛА	Миура, КЭ 1,0 л/га (многолетние злаковые)	15	50
			150
			250
		20	50
			150
			250
	Миура, КЭ 0,8 л/га (однолетние и многолетние злаковые)	15	50
			150
			250
		20	50
			150
			250
	Миура, КЭ 0,4 л/га (однолетние злаковые)	15	50
			150
			250
20		50	
		150	
		250	

Оценка метеорологических условий осуществлена по данным агрометеостанции института.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как показал мониторинг сорной растительности в годы исследований, среди злаковых сорняков в агроценозе картофеля преобладало просо куриное, численность которого перед внесением гербицида Миура, КЭ в среднем колебалась в пределах 103,5–132,2 шт/м², количество стеблей пырея ползучего находилось в интервале 39,8–77,6 шт/м². Оба показателя значительно превышали порог вредоносности. При этом следует отметить, что погодные условия 2024 г. с менее продолжительной засухой в начале вегетации благоприятствовали более раннему появлению всходов проса куриного и большему его количеству по сравнению с 2023 г.

На момент внесения противозлакового гербицида просо куриное находилось в фазе 2–4 листьев, высота пырея ползучего составляла 10–15 см.

Учет засоренности злаковыми сорняками по вариантам опыта для расчета эффективности защитных мероприятий осуществлялся спустя 30 дней после внесения гербицида. Как показали результаты мониторинга, в контроле к этому времени численность проса куриного в среднем составила 74,5 шт/м², пырея ползучего – 149 стебл/м².

Гибель злаковых сорняков при наземном опрыскивании определялась нормой расхода препарата и колебалась при борьбе с просом куриным в пределах 92,1–100,0 %.

пыреем ползучим – 54,8–95,2 %. Максимальная эффективность получена при внесении гербицида Миура, КЭ в норме 1,0 л/га. Применение граминицида в норме 0,8 л/га обеспечило снижение численности проса куриного на 95,5 %, пырея – на 92,3 % (табл. 2).

Что касается минимальной нормы расхода гербицида, то эффективность была ниже и не превышала в борьбе с просом куриным 92,1 %, пыреем – 54,8 %. Следует отметить, что учеты пырея ползучего при данной норме внесения были второстепенными, так как Миура, КЭ против многолетних злаковых сорняков зарегистрирован в дозе 0,8–1,0 л/га.

При внесении гербицида БПЛА эффективность определялась не только нормой внесения гербицида, но и параметрами настройки дрона. В борьбе с просом куриным его гибель колебалась в пределах 87,3–100,0 %, с пыреем ползучим – в пределах 45,2–98,9 %. Эффективность данного гербицида против пырея ползучего в зарегистрированной норме расхода 0,8–1,0 л/га находилась на уровне 87,9–98,9 %.

Применение гербицида Миура, КЭ из расчета 1,0 л/га позволило снизить количество проса куриного на 95,9–100,0 %, пырея ползучего – 90,4–98,9 %. Максимальная результативность против однолетнего сорняка отмечена при расходе рабочего раствора 15 л/га с размером капли 150 мкм и составила 100,0 %, что идентично наземному опрыскиванию. Эффективность обработки с более мелкой каплей была чуть ниже – 99,6 %, а при увеличении размера до 250 мкм – 96,3 %.

В борьбе с пыреем ползучим максимальную гибель наземной части сорняка 98,8–98,9 % обеспечило опрыскивание с каплей 50 и 150 мкм при расходе рабочего раствора 15 л/га. Дальнейшее увеличение размера капли до 250 мкм повлекло снижение гибели пырея на 5,7 % по отношению к лучшему результату. Увеличение расхода рабочего раствора до 20 л/га обеспечило эффективность в борьбе с просом куриным на уровне 95,9–98,7 %, с пыреем ползучим – 90,4–94,6 %, при этом минимальным показателем был при капле размером 250 мкм.

Внесение Миуры, КЭ в норме 0,8 л/га снизило численность проса куриного на 93,5–97,9 %, пырея ползучего – на 87,9–94,1 %. При расходе рабочего раствора 15 л/га данный показатель находился на уровне 95,3–97,9 и 90,9–94,1 % соответственно. Увеличение нормы расхода жидкости до 20 л/га сократило численность куриного проса на 93,5–97,4 %, пырея ползучего – на 87,9–92,4 %. Более высокую эффективность показали, независимо от расхода рабочего раствора и объекта уничтожения, варианты с каплей 150 мкм, они же в большинстве обеспечили некоторое преимущество над наземной обработкой.

При применении Миуры, КЭ в норме 0,4 л/га с помощью БПЛА снижение численности проса куриного составило 87,3–95,3 %, пырея ползучего – 45,2–58,3 %. При расходе рабочего раствора 15 л/га гибель однолетнего сорняка находилась на уровне 92,2–95,3 %, многолетнего – 51,7–58,3 %. Увеличение нормы расхода рабочего раствора до 20 л/га снизило эффективность обработки с однолетним сорняком на 3,0–4,9 % и на 2,3–6,5 % – с пыреем ползучим. При этом сокращение численности проса куриного составило 87,3–92,3 %, а пырея ползучего – не превышало 45,2–54,2 %. Максимальная эффективность отмечена при размере капли 50 мкм независимо от нормы расхода рабочего раствора.

Учет урожая показал, что средняя урожайность в опыте колебалась от 41,2 т/га в контрольном варианте до 54,3 т/га при внесении гербицида Миура, КЭ агродроном в максимальной норме расхода при расходе рабочего раствора 15 л/га и размере капли 150 мкм. В целом по опыту применение противозлакового гербицида с помощью агродрона позволило сохранить от 9,9 до 31,8 % урожая.

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

Таблица 2 – Эффективность гербицида в борьбе со злаковыми сорняками на картофеле при внесении их агродроном и наземным опрыскивателем, среднее за 2023–2024 гг. (учет через 30 дней после обработки)

Метод внесения (фактор А)	Дезикант (фактор В)	Расход рабочего раствора, л/га (фактор С)	Размер кашли, мм (фактор D)	Снижение численности, %		Урожайность, т/га	
				просо куриное	пырей ползучий	общая	± к контролю
БПЛА	Контроль Млиура, КЭ 1,0 л/га Млиура, КЭ 0,8 л/га Млиура, КЭ 0,4 л/га Млиура, КЭ 1,0 л/га Млиура, КЭ 0,8 л/га Млиура, КЭ 0,4 л/га	200	50	103,5–132,2	39,8–77,6	–	–
				74,5*	149,0*	41,2	–
				100,0	95,2	50,6	+9,4
				95,5	92,3	49,6	+8,4
				92,1	54,8	47,3	+6,1
				99,6	98,9	51,5	+10,3
				100,0	98,8	54,3	+13,1
				96,3	93,2	50,3	+9,1
				96,3	93,7	49,7	+8,5
				98,7	94,6	50,5	+9,3
				95,9	90,4	50,1	+8,9
				96,9	91,8	51,3	+10,1
				97,9	94,1	50,9	+9,7
				95,3	90,9	49,1	+7,9
				96,1	91,5	51,1	+9,9
НСР ₀₅ А НСР ₀₅ В НСР ₀₅ С НСР ₀₅ D	Млиура, КЭ 0,8 л/га Млиура, КЭ 0,4 л/га	15	150	103,5–132,2	39,8–77,6	–	–
				74,5*	149,0*	41,2	–
				100,0	95,2	50,6	+9,4
				95,5	92,3	49,6	+8,4
				92,1	54,8	47,3	+6,1
				99,6	98,9	51,5	+10,3
				100,0	98,8	54,3	+13,1
				96,3	93,2	50,3	+9,1
				96,3	93,7	49,7	+8,5
				98,7	94,6	50,5	+9,3
				95,9	90,4	50,1	+8,9
				96,9	91,8	51,3	+10,1
				97,9	94,1	50,9	+9,7
				95,3	90,9	49,1	+7,9
				96,1	91,5	51,1	+9,9
НСР ₀₅ А НСР ₀₅ В НСР ₀₅ С НСР ₀₅ D	Млиура, КЭ 0,8 л/га Млиура, КЭ 0,4 л/га	20	250	103,5–132,2	39,8–77,6	–	–
				74,5*	149,0*	41,2	–
				100,0	95,2	50,6	+9,4
				95,5	92,3	49,6	+8,4
				92,1	54,8	47,3	+6,1
				99,6	98,9	51,5	+10,3
				100,0	98,8	54,3	+13,1
				96,3	93,2	50,3	+9,1
				96,3	93,7	49,7	+8,5
				98,7	94,6	50,5	+9,3
				95,9	90,4	50,1	+8,9
				96,9	91,8	51,3	+10,1
				97,9	94,1	50,9	+9,7
				95,3	90,9	49,1	+7,9
				96,1	91,5	51,1	+9,9
НСР ₀₅ А НСР ₀₅ В НСР ₀₅ С НСР ₀₅ D	Млиура, КЭ 0,8 л/га Млиура, КЭ 0,4 л/га	15	250	103,5–132,2	39,8–77,6	–	–
				74,5*	149,0*	41,2	–
				100,0	95,2	50,6	+9,4
				95,5	92,3	49,6	+8,4
				92,1	54,8	47,3	+6,1
				99,6	98,9	51,5	+10,3
				100,0	98,8	54,3	+13,1
				96,3	93,2	50,3	+9,1
				96,3	93,7	49,7	+8,5
				98,7	94,6	50,5	+9,3
				95,9	90,4	50,1	+8,9
				96,9	91,8	51,3	+10,1
				97,9	94,1	50,9	+9,7
				95,3	90,9	49,1	+7,9
				96,1	91,5	51,1	+9,9
НСР ₀₅ А НСР ₀₅ В НСР ₀₅ С НСР ₀₅ D	Млиура, КЭ 0,8 л/га Млиура, КЭ 0,4 л/га	20	250	103,5–132,2	39,8–77,6	–	–
				74,5*	149,0*	41,2	–
				100,0	95,2	50,6	+9,4
				95,5	92,3	49,6	+8,4
				92,1	54,8	47,3	+6,1
				99,6	98,9	51,5	+10,3
				100,0	98,8	54,3	+13,1
				96,3	93,2	50,3	+9,1
				96,3	93,7	49,7	+8,5
				98,7	94,6	50,5	+9,3
				95,9	90,4	50,1	+8,9
				96,9	91,8	51,3	+10,1
				97,9	94,1	50,9	+9,7
				95,3	90,9	49,1	+7,9
				96,1	91,5	51,1	+9,9
НСР ₀₅ А НСР ₀₅ В НСР ₀₅ С НСР ₀₅ D	Млиура, КЭ 0,8 л/га Млиура, КЭ 0,4 л/га	20	250	103,5–132,2	39,8–77,6	–	–
				74,5*	149,0*	41,2	–
				100,0	95,2	50,6	+9,4
				95,5	92,3	49,6	+8,4
				92,1	54,8	47,3	+6,1
				99,6	98,9	51,5	+10,3
				100,0	98,8	54,3	+13,1
				96,3	93,2	50,3	+9,1
				96,3	93,7	49,7	+8,5
				98,7	94,6	50,5	+9,3
				95,9	90,4	50,1	+8,9
				96,9	91,8	51,3	+10,1
				97,9	94,1	50,9	+9,7
				95,3	90,9	49,1	+7,9
				96,1	91,5	51,1	+9,9

* В контроле приведено количество злаковых сорняков (шт/м²).

Анализ средних показателей продуктивности при одинаковой норме расхода гербицида независимо от параметров настройки агродрона выявил тенденцию роста урожайности по сравнению с аналогичным вариантом наземной обработки: при 1,0 л/га средняя урожайность составляет 51,1 т/га, 0,8 л/га – 50,1 т/га, 0,4 л/га – 47,9 т/га; при наземных обработках – 50,6; 49,6 и 47,3 т/га соответственно. Максимальную урожайность обеспечило применение гербицида Миура, КЭ в норме 1,0 л/га, норме расхода рабочей жидкости 15 л/га и капле 150 мкм.

В 2023 г. рассчитан коэффициент корреляции между урожайностью картофеля и снижением численности проса куриного и пырея ползучего. Установлено, что между урожайностью в опыте и снижением численности проса куриного ($r = 0,8479$) и пырея ползучего существует прямая сильная зависимость ($r = 0,7452$). Причем продуктивность картофеля в большей степени зависела от снижения численности проса куриного, чем пырея ползучего.

Анализ связи между урожайностью картофеля и такими показателями настройки агродрона, как норма внесения рабочего раствора и размер капли показал, что урожайность находилась в обратной слабой зависимости от нормы внесения рабочего раствора ($r = -0,2421$) и в обратной средней зависимости от размера капли ($r = -0,5093$). При этом урожайность картофеля при внесении гербицида БПЛА находилась на уровне наземных обработок, а в некоторых вариантах превышала соответствующие показатели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение БПЛА для внесения противозлакового гербицида Миура, КЭ в зарегистрированных нормах расхода для защиты картофеля от злаковых сорняков способствовало сохранению от 9,9 до 31,8 % урожая картофеля. Установлено что между урожайностью в опыте и снижением численности проса куриного ($r = 0,8479$) и пырея ползучего существует прямая сильная зависимость ($r = 0,7452$). Причем урожайность картофеля в большей степени зависела от засоренности просом куриным, чем пыреем ползучим.

Биологическая эффективность гербицида Миура, КЭ при внесении агродроном в борьбе с просом куриным составила 87,3–97,9 %, с пыреем ползучим – 87,9–98,9 %.

При этом урожайность картофеля при внесении гербицида БПЛА находилась на уровне или выше вариантов с наземными обработками опрыскивателем ОП-2000 и оказалась в обратной слабой зависимости от нормы внесения рабочего раствора ($r = -0,2421$) и в обратной средней зависимости от размера капли ($r = -0,5093$).

Список литературы

1. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск : Белпринт, 2005. – 695 с.
2. Хютти, А. В. Влияние протравителей на комплекс возбудителей болезней картофеля и товарные качества семенного материала / А. В. Хютти, А. А. Кузнецов // Защита картофеля. – 2020. – № 1. – С. 33–34.
3. Топ грибных и бактериальных болезней / Главагроном : главный сайт для агрономов России. – URL: <https://glavagronom.ru/articles/ТОП-грибных-и-бактериальных-болезней-kartofelya> (дата обращения: 18.11.2024).
4. 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.

5. 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.

6. Методика экологического сортоиспытания. Рекомендации / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Самохваловичи, 2019. – 10 с.

7. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Несвиж : Несвиж. укруп. типография, 2007. – 58 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.

Поступила в редакцию 29.11.2024 г.

N. A. KHON, M. O. OSOVIK, I. I. SHKLYAR

THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR PROTECTING POTATO PLANTINGS FROM GRASS WEEDS

SUMMARY

The results of using an unmanned aerial vehicle with various drone settings to combat annual and perennial grass weeds in potato fields are presented. It was established that using aerial vehicle for weed control in potato cultivation preserves 9.9–31.8 % of the yield.

The biological efficacy of the herbicide Miura, EC (within registered application rates), applied via aerial vehicle, varied depending on the drone's settings: 87.3–97.9 % against barnyardgrass and 87.9–98.9 % against couch grass.

Key words: potato; aerial vehicle; couch grass; barnyardgrass; herbicide; application rate; droplet size; yield; efficacy.

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, кандидат биологических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник

Д. В. Башко, научный сотрудник

И. А. Родькина, кандидат биологических наук, доцент,
ведущий 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 ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты по изучению фитоплазменных болезней в посадках картофеля в Гомельском, Жлобинском, Добрушском, Мозырском, Речицком и Житковичском районах Гомельской области.

На основе проведенных исследований установлена распространенность фитоплазмозов на картофеле в Гомельской области.

Ключевые слова: картофель; фитоплазменные болезни; ПЦР-анализ.

ВВЕДЕНИЕ

Фитоплазмозы растений, называемые желтухами, известны с начала XX в. В 1967 г. японскими учеными был выявлен возбудитель нескольких таких болезней, который был схож с возбудителями микоплазмозов млекопитающих, и по этой причине он тоже был отнесен к микоплазмам. С 1994 г. микоплазмы растений стали называть фитоплазмами [1–4].

Фитоплазмы принадлежат к классу *Mollicutes*, который таксономически наиболее близок к бактериям. Так же как вирусы, они характеризуются малыми размерами (от 100 до 200 нм) и облигатным внутриклеточным паразитизмом. Основные переносчики – насекомые с сосущим ротовым аппаратом: 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.

На сегодняшний день известно 28 групп фитоплазм, которые являются возбудителями около 300 болезней, поражающих более 700 видов растений 98 семейств [5–7].

Долгое время идентификацию фитоплазм проводили на основе визуальных симптомов, наличия определенных видов насекомых-переносчиков, прививкой на растения-индикаторы. В конце 80-х – начале 90-х гг. прошлого столетия применение серологических, гибридологических и молекулярных методов, таких как ПДРФ и ПЦР, открыло новые возможности в оценке разнообразия и генетической взаимосвязи фитоплазм [2, 3]. Их таксономия была разработана на основе консервативного гена 16S рибосомной РНК

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

и получила дальнейшее развитие с привлечением других консервативных и менее консервативных генов [7]. Система филогенетического анализа, основанная на сравнении последовательностей 16Sг ДНК, позволяет определять родство фитоплазм между собой. Использование такого анализа помогает упростить и унифицировать диагностику патогена.

В настоящее время фитоплазменные болезни распространены во всех ведущих картофелеводческих странах. В Европе эпифитотии столбура картофеля были зарегистрированы в Чехии, Венгрии, Румынии, в результате чего потери урожая составили от 30 до 80 %, ухудшалось качество клубней и семенного материала, снижалось количество крахмала. Зараженные фитоплазменными болезнями посадки картофеля были отмечены в Германии, Швейцарии, Турции, Болгарии, Румынии, Сербии, Бельгии, Греции и Польше [8–11]. С учетом того, что в Европейском союзе фитоплазменные болезни картофеля являются карантинными объектами, а в Российской Федерации выявлены 5 групп фитоплазм, поражающих картофель и способных снижать урожайность картофеля от 20 до 90 %, для Республики Беларусь данные исследования приобретают важную практическую значимость.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В период бутонизации – цветения проведены маршрутные обследования посадок картофеля (семеноводческих, товарных хозяйств, а также личных подсобных хозяйств) в 6 районах (Гомельском, Жлобинском, Добрушском, Мозырском, Речицком и Житковичском) Гомельской области. В каждом районе обследовали не менее 5 картофельных полей. Проведена диагностика и отбор листовых проб у растений картофеля, визуальными пораженными фитоплазмами. В течение 1–2 суток с момента взятия проб осуществлено выделение ДНК при использовании набора реагентов «АртСпин» (ООО «Арт-БиоТех») согласно протоколу производителя [12]. ПЦР-анализ проводили в лаборатории генетики 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 [13].

Визуализацию продуктов амплификации проводили разделением в 2 % 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» (Республика Беларусь). В таблице 1 приведены характеристики олигонуклеотидов, отобранных для молекулярного скрининга фитоплазм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведения маршрутного обследования посадок картофеля в Гомельской области осуществлен поиск фитоплазменных болезней на картофеле – столбура, желтух, ведьминых метл.

В Гомельском районе обследованы поля филиала КСУП «Урицкое», КСУП «Тепличное», КСУП «Брилево» и частного сектора. В КСУП «Урицкое» посадки картофеля сортов Волат и Вектар составили 20 га. Площадь под картофелем в КСУП «Тепличное» составила 235 га. Листовые пробы с признаками фитоплазменных болезней отобраны на сортах Першачвет, Бриз и Адретта. В КСУП «Брилево» обследованы посадки картофеля сортов Манifest, Бриз, Вектар и Королева Анна на площади 50 га.

В Жлобинском районе объектами изучения были поля СУП «Агро-Коротковичи», ОАО «Нивы» и частного сектора. В СУП «Агро-Коротковичи» посадки картофеля

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

Таблица 1 – Маркеры для идентификации фитоплазм на картофеле

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 фин. элонг. 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 фин. элонг. 10 мин – 72 °С
fU3		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 фин. элонг. 10 мин – 72 °С
R16R2n		TGACGGGCGGTGTGTACAAACCCCG	
P1	1 800	AAGAGTTTGTATCCTGGCTCAGGATT	2 мин – 94 °С; 40 циклов: 30 с – 94 °С; 30 с – 53 °С
Tint		TCAGGCGTGTGCTCTAACCAGC	

составили 100 га. Поиск растений с признаками поражения фитоплазмами осуществлен на сорте Манифест. В ОАО «Нивы» листовые пробы отобраны на сортах Королева Анна и Манифест на площади 30 га.

В Добрушском районе диагностированы посадки картофеля в ОАО «Калининский», КСУП «Агрокомбинат «Новый путь», КСУП «Борщевский» и частного сектора. Площадь под картофелем в ОАО «Калининский» составила 50 га. Листовые пробы отобраны на сортах Вектар и Гала. В КСУП «Агрокомбинат «Новый путь» картофель сорта Вектар выращивался на площади 10 га. В КСУП «Борщевский» растения картофеля с признаками поражения фитоплазмами отобраны на сортах Вектар и Королева Анна с площади 10 га.

В Речицком районе изучены поля КСУП «Агрокомбинат «Холмеч», КСУП «Ровенская слобода», Колхоз (ПСК) «50 лет Октября» и частного сектора. В КСУП «Агрокомбинат «Холмеч» посадки картофеля обследованы на площади 50 га. Листовые пробы были отобраны на сортах Лилея и Зорачка. В КСУП «Ровенская слобода» площадь под картофелем составила 150 га. Растения с признаками поражения фитоплазменными болезнями были отобраны на сортах Манифест и Бриз. В колхозе (ПСК) «50 лет Октября» листовые пробы отобраны на сортах Лель и Манифест на площади 40 га.

В Житковичском районе проведено обследование посадок картофеля КСУП «Белев», частного сектора. В КСУП «Белев» листовые пробы с признаками фитоплазм были отобраны на сортах Першцавет и Вектар с площади 20 га.

В Мозырском районе изучались поля КСУП «Слободское им. Ленина», КСУП «Экспериментальная база «Криничная», КСУП «Козенки-Агро» и частного сектора. В КСУП «Слободское им. Ленина» картофель выращивался на площади 200 га. Листовые пробы отобраны на сортах Лилея и Манифест. Посадки картофеля в КСУП «Экспериментальная база «Криничная» составили 82 га. Поиск растений с признаками поражения фитоплазмами осуществляли на сортах Вектар, Скарб и Бриз. В КСУП «Козенки-Агро» листовые пробы были отобраны на сортах Першцавет, Бриз, Скарб и Лель. Площадь под картофелем в данном хозяйстве составила 90 га.

В Гомельской области проявление фитоплазменной болезни в посадках картофеля наблюдалось в виде желтух и ведьминых метл (рис. 1–3).



Рисунок 1 – Растения картофеля с симптомами фитоплазмы желтухи астры, отобранные в посадках картофеля Добрушского района Гомельской области



Рисунок 2 – Растения картофеля с симптомами фитоплазмы желтухи астры, отобранные в посадках картофеля Жлобинского района Гомельской области



Рисунок 3 – Растения картофеля с симптомами фитоплазмы ведьмины метлы, отобранные в посадках картофеля Мозырского района Гомельской области

По результатам проведенных исследований установлено, что маркер fU5/fU3 присутствовал у 108 (40 %) из 270 изученных проб. Маркер P1/Tint отмечен у 220 образцов (81 %), R16 2n присутствовал у 212 (78 %) и R16m выявлен у 69 образцов. Отсутствие всех маркеров отмечено в 10 пробах. Результаты молекулярного маркирования листовых проб картофеля на наличие фитоплазменных болезней с помощью ПЦР-анализа представлены в таблице 2.

В Мозырском районе отобраны 43 листовые пробы с признаками фитоплазменных болезней. В результате проведенных исследований с применением ПЦР-анализа установлено, что для 42 образцов было характерно наличие маркера R16 2n (частота встречаемости 97,7 %). Частота встречаемости маркера P1/Tint составила 72,1 %, маркеров fU5/fU3 и R16m – 46,5 и 14,0 % соответственно.

В Речицком районе проанализированы 44 листовые пробы. Частота встречаемости составила 31,8 % для маркера R16m, 54,5 – fU5/fU3, 86,4 – R16 2n и 93,2 % для маркера P1/Tint.

Результаты амплификации маркера R16 2n на наличие фитоплазм в посадках картофеля Мозырского и Речицкого районов Гомельской области показаны на рисунке 4.

В Житковичском районе в результате маршрутного обследования отобрано 45 проб с признаками инфекции фитоплазмы. В результате ПЦР-анализа установлено, что наибольшая частота встречаемости – 91,1 % выявлена у маркера P1/Tint, несколько ниже – 73,3–77,8 % у маркеров fU5/fU3 и R16 2n соответственно. Наименьшая частота встречаемости – 24,4 % была характерна для маркера R16m.

С признаками поражения фитоплазменными болезнями в Добрушском районе отобрано 50 проб. Частота встречаемости изучаемых маркеров составила от 34 % для fU5/fU3 и R16m до 80 % для P1/Tint. Наибольшая частота встречаемости – 90 % была характерна для маркера R16 2n.

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

Таблица 2 – Результаты скрининга листовых проб картофеля, отобранных в картофелепроизводящих хозяйствах Гомельской области, на наличие фитоплазменных болезней методом ПЦР-анализа

Хозяйство	Количество изученных проб, шт.	Количество проб с наличием маркеров, шт.				Частота встречаемости маркеров, %			
		R16 2n	RU5/RU3	P1/Tint	R16m	R16 2n	RU5/RU3	P1/Tint	R16m
Мозырский район									
КСУП «Козенки-Агро»	10	9	5	7	3	90,0	50,0	70,0	30,0
КСУП «Экспериментальная база «Криничная»	10	10	6	9	0	100,0	60,0	90,0	0,0
КСУП «Слободское им. Ленина»	10	10	2	7	1	100,0	20,0	70,0	10,0
Частный 2	6	6	4	4	2	100,0	67,0	67,0	33,0
Частный 1	7	7	3	4	0	100,0	100,0	57,0	0,0
Всего	43	42	20	31	6	97,7	46,5	72,1	14,0
Речицкий район									
КСУП «Держинский-Агро»	10	9	7	9	4	90,0	70,0	90,0	40,0
ПСК «50 лет Октября»	10	9	5	10	3	90,0	50,0	100,0	30,0
Частный 2	7	7	3	7	2	100,0	43,0	100,0	29,0
КСУП «Агрокомбинат «Холмеч»	10	6	5	9	3	60,0	50,0	90,0	30,0
Частный 1	7	7	4	6	2	100,0	57,0	86,0	29,0
Всего	44	38	24	41	14	86,4	54,5	93,2	31,8
Житковичский район									
Частный 4	5	1	4	5	4	20,0	80,0	100,0	80,0
Частный 1	10	10	8	10	3	100,0	80,0	100,0	30,0
Частный 3	10	8	7	10	2	80,0	70,0	100,0	20,0
Частный 2	10	8	7	9	1	80,0	70,0	90,0	10,0
КСУП «Белев»	10	8	7	7	1	80,0	70,0	70,0	10,0
Всего	45	35	33	41	11	77,8	73,3	91,1	24,4
Добрушский район									
КСУП «Агрокомбинат «Новый путь»	9	6	7	7	1	66,7	77,8	78,0	11,1
Частный 1	10	9	3	7	1	90,0	30,0	70,0	10,0
Частный 2	10	10	2	9	4	100,0	20,0	90,0	40,0
КСУП «Борщевский»	11	11	4	9	7	100,0	36,4	81,8	63,6

**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 2n	fU5/fU3	P1/Гint	R16m	R16 2n	fU5/fU3	P1/Гint	R16m
ОАО «Калининский»	10	9	1	8	4	90,0	10,0	80,0	40,0
Всего	50	45	17	40	17	90,0	34,0	80,0	34,0
Гомельский район									
Частный 1	10	10	0	9	4	100,0	0,0	90,0	40,0
Частный 2	8	6	2	8	2	75,0	25,0	100,0	25,0
КСУП «Брилево»	7	6	3	6	2	85,7	42,9	85,7	28,6
КСУП «Урицкое»	10	5	0	10	0	50,0	0,0	100,0	0,0
КСУП «Тепличное»	10	4	0	7	4	40,0	0,0	70,0	40,0
Всего	45	31	5	40	12	68,9	11,1	88,9	26,7
Жлобинский район									
Частный 3	7	4	0	5	3	57,1	0,0	71,4	42,9
ОАО «Нивы»	9	4	0	4	2	44,4	0,0	44,4	22,2
Частный 1	7	3	1	6	0	42,9	14,3	85,7	0,0
Частный 2	8	6	2	7	1	75,0	25,0	87,5	12,5
СУП «Агро-Коротковичи»	12	4	6	4	3	33,3	50,0	33,3	25,0
Всего	43	21	9	26	9	48,8	20,9	60,5	20,9
Итого протестировано образцов	270	212	108	219	69	78,5	40,0	81,1	25,6

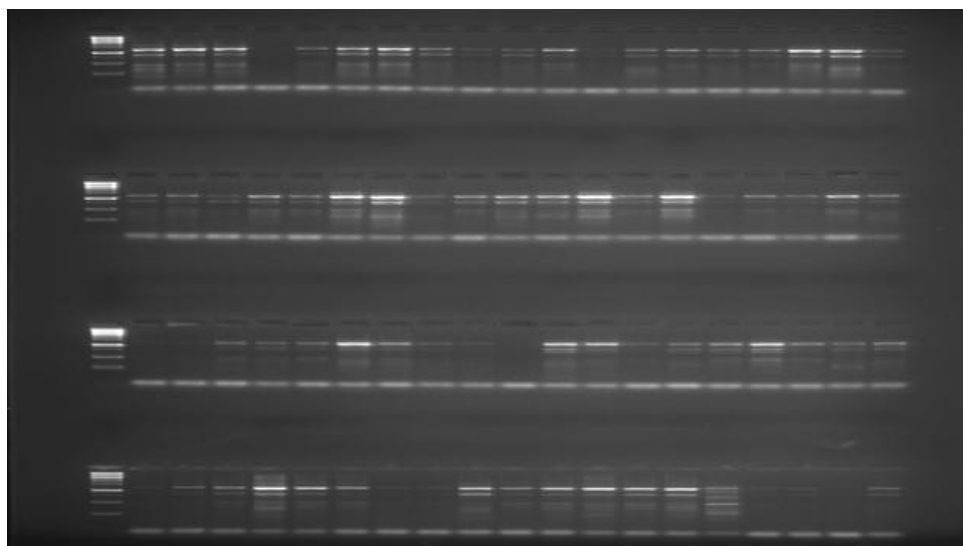


Рисунок 4 – Результаты амплификации маркера R16 2p на наличие фитоплазм в посадках картофеля Мозырского и Речицкого районов Гомельской области

В Гомельском районе проанализировано 45 листовых проб. Частота встречаемости составила 11,1 % для маркера fU5/fU3, 26,7 – R16m; 68,9 – R16 2p и 88,9 % для маркера P1/Tint.

В Жлобинском районе отобраны 43 листовые пробы с признаками фитоплазменных болезней. В результате проведенных исследований с помощью ПЦР-анализа установлено, что наибольшая частота встречаемости – 60,5 % была характерна для маркера P1/Tint, 48,8 % – для маркера R16 2p, наименьшая – 20,9 % отмечена для маркеров fU5/fU3 и R16m.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для изучения фитоплазменных болезней в Гомельской области проведено маршрутное обследование посадок картофеля в Гомельском, Жлобинском, Добрушском, Мозырском, Речицком и Житковичском районах. По результатам визуальной диагностики отобрано 270 проб у растений картофеля, с признаками поражения фитоплазмами. При проведении ПЦР-анализа доказано наличие фитоплазм у 260 отобранных проб.

На основании молекулярного метода диагностики установлено, что маркер P1/Tint присутствовал у 219 (81,1 %) из 270 изученных проб. Маркер R16 2p отмечен у 212 образцов (78,5 %), fU5/fU3 – у 108 (40,0 %) и маркер R16m присутствовал в 69 пробах (25,6 %).

Наибольшая частота встречаемости маркера P1/Tint составила от 91,1 % в Житковичском районе до 93,2 % в Речицком, а маркера R16 2p – от 86,4 % в Речицком районе до 97,7 % в Мозырском.

Для маркера fU5/fU3 была характерна частота встречаемости от 11,1 % в Гомельском районе до 73,3 % в Житковичском.

Наименьшая частота встречаемости для маркера R16m составила 14,0 % в Мозырском районе. В Жлобинском районе она была на уровне 20,9 %, Житковичском – 24,4, Гомельском – 26,7, Речицком – 31,8, Добрушском районе – 34,0 %.

Список литературы

1. Богоутдинов, Д. З. Фитоплазмозы картофеля и методы их изучения : науч.-метод. 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 картофеля. – 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. Богоутдинов, Д. З. Фитоплазмозы картофеля / Д. З. Богоутдинов // АгроXXI : науч.-практ. журн. – 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 / Н. В. Гирсова [и др.] ; 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 // Phytopathology. – P. 834–842. – URL: https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1993Articles/Phyto83n08_834.pdf (date of access: 17.02.2017).
8. Molecular detection and identification of group 16SrI and 16SrXII phytoplasmas associated with diseased potatoes in Russia / N. Girsova, K. D. Bottner, K. A. Mozhaeva [et al.] // Plant Disease. – 2008. – Vol. 92 (4). – P. 654–659. – DOI: 10.1094/PDIS-92-4-0654A.
9. Diverse phytoplasmas associated with potato stolbur and other related potato diseases in Russia / N. Girsova, K. Bottner-Parker, D. Bogoutdinov [et al.] // European Journal of Plant Pathology. – 2016. – T. 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 elm yellows group (16SrV) and proposal of «Candidatus phytoplasma ulmi» for the phytoplasma associated with elm yellows / I. M. Lee, M. Martini, C. Marcone, S. Zhu // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. – 2004. – Vol. 54 (2). – P. 337–347. – DOI: 10.1099/ijs.0.02697-0.
12. Инструкция на наборы по выделению ДНК «Нуклеосорб» Тип С. – URL: <http://primetech.by/index.php?route=module/downloads> (дата обращения: 09.03.2021).

Поступила в редакцию 04.12.2024 г.

A. V. CHASHINSKIY, V. A. KOZLOV, N. V. RUSSETSKIY,
D. V. BASHKO, I. A. RODKINA

STUDY OF THE PREVALENCE OF PHYTOPLASMA DISEASES IN POTATO PLANTINGS IN THE GOMEL REGION

SUMMARY

The results of the research on phytoplasma diseases in potato plantings across the Gomel, Zhlobin, Dobrush, Mozyr, Rechitsa, and Zhitkovichi districts of the Gomel region are presented.

As a result of the research, the prevalence of phytoplasmas in potatoes in the Gomel region was determined.

Key words: potato; phytoplasma diseases; PCR analysis.

РАЗДЕЛ 3

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

УДК 634.739.3:736(476)

А. М. Пашкевич, заведующий сектором бобовых овощных культур
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МИКРОЗЕЛЕНИ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ НА ОСНОВЕ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

РЕЗЮМЕ

В Беларуси наблюдается значительное повышение спроса на микрозелень, что напрямую связано с растущим потенциалом ее производства. Это создает благоприятные условия для развития данного направления сельского хозяйства. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы и объявление 2024 года Годом качества подчеркивают важность повышения качества сельскохозяйственной продукции, а микрозелень рассматривается как перспективное направление для достижения данной цели. Развитие указанной отрасли растениеводства вписывается в общие мировые тенденции, где микрозелень признана приоритетным направлением в экономике.

Ключевые слова: микрозелень; светодиодное освещение; капуста белокочанная; экономическая эффективность; себестоимость; валовая прибыль; чистая прибыль; уровень рентабельности; срок окупаемости; коэффициент экономической эффективности.

ВВЕДЕНИЕ

Микрозелень представляет собой молодые побеги овощных, лекарственных и пряно-ароматических растений, злаков и дикорастущих съедобных видов, которые сначала ассоциировались с современной кухней как украшение блюд из-за их привлекательного внешнего вида и яркого вкуса. Однако в последнее время микрозелень стала более востребована на рынке растительной продукции благодаря своей высокой питательной ценности за счет большого количества антиоксидантов (глукозинолаты, каротиноиды и фенольные соединения), витаминов (С, Е и К), минералов (Р, Mg, Ca, Fe, Zn, Cu) и других питательных веществ (клетчатка, омега-3 жирные кислоты), которые важны для здорового функционирования человеческого организма [1, 2]. Почти все виды микрозелени содержат больше биологически активных соединений, чем зрелые съедобные части растений, и их употребление в относительно небольших количествах может удовлетворить суточную потребность в определенных витаминах и минералах [3, 4]. По сравнению с семенами, проростками и зрелыми растениями в микрозелени находится в разы больше аминокислот, жирных кислот и простых сахаров, образующихся в результате ферментативного расщепления крупных макромолекул и биологически активных соединений при прорастании семян, а также в первые дни роста и развития сеянца (2–10 сутки выращивания), которые, в свою очередь, способны быстро усваиваться организмом человека (рис. 1) [5, 6].

РАЗДЕЛ 3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ



Рисунок 1 – Микрозелень капусты брокколи в разрезе фаз развития данного овоща: проростки, микрозелень, беби-лист или рассада, зрелая «головка» и зацветающее соцветие [1]

В настоящее время для производства микрозелени используется множество овощей, среди которых большое значение имеют представители семейства капустных (*Brassicaceae* Burnett.), что связано с высоким содержанием в них биологически активных соединений, таких как аскорбиновая кислота, каротиноиды, токоферолы и фенольные соединения, а также глюкозинолаты и минеральные вещества (рис. 2) [7, 8]. Особую популярность в числе родов указанного семейства в культуре микрозелени приобрела капуста (*Brassica* L.), в частности капуста белокочанная (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). В этом смысле потребление *Brassica* связано со снижением риска развития колоректального, желудочного, панкреатического, легкого, рака молочной

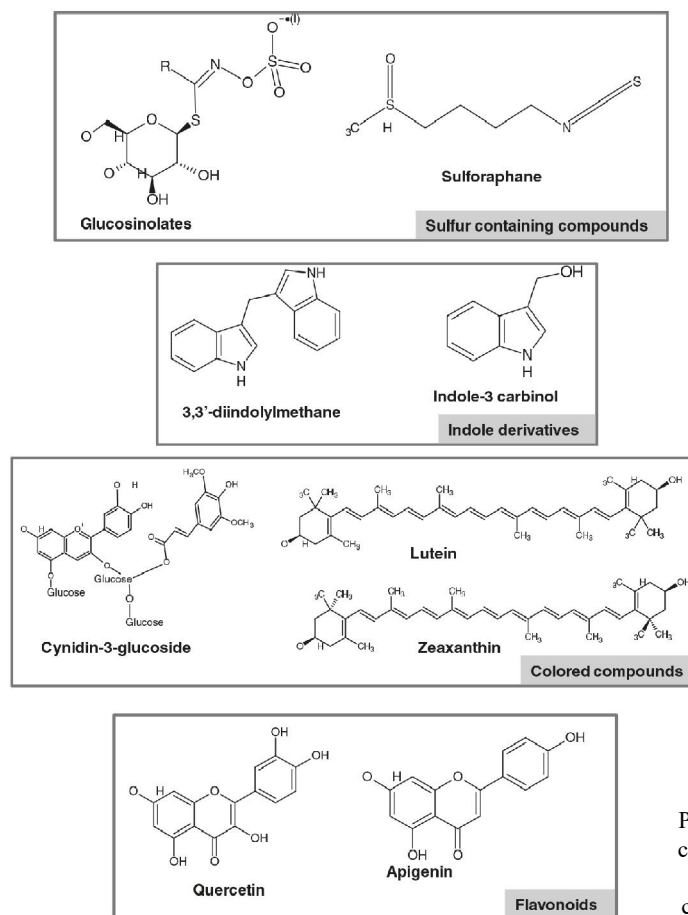


Рисунок 2 – Химическая структура биологически значимых соединений семейства капустные [9]

РАЗДЕЛ 3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

железы и яичников (рис. 3) [9–12]. Недавний метаанализ наблюдательных исследований показал, что высокое потребление как овощей, так и микрозелени капусты белокачанной имеет отрицательную корреляцию с риском развития рака желудочно-кишечного тракта [13]. Кроме того, Всемирный фонд исследований рака указал, что диеты, богатые крестоцветными овощами, особенно защищают от рака толстой кишки, прямой кишки и щитовидной железы [14]. Что касается рака толстой кишки, третьего по распространенности рака во всем мире, то в ряде эпидемиологических, экспериментальных и клинических исследований овощи, относящиеся к роду *Brassica*, рассматривались как одни из защитных растительных продуктов питания для этого типа рака, в частности капуста белокачанная [15].

Микрозелень является растительной продукцией короткого цикла производства, которую преимущественно выращивают в закрытых помещениях с контролируемой средой (controlled-environment agriculture – СЕА), где единственным источником света является электрическое освещение, включая светодиоды [16], позволяющие выбирать продолжительность, интенсивность и спектральный состав [17]. При этом согласно обзору литературных данных в отношении культивирования микрозелени в условиях светодиодного освещения были обнаружены некоторые пробелы в его режимах, впоследствии устраненные исследованиями в 2021–2023 гг. в рамках выполнения научной тематики 2.7.3 по ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» на базе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Результатом работы стали

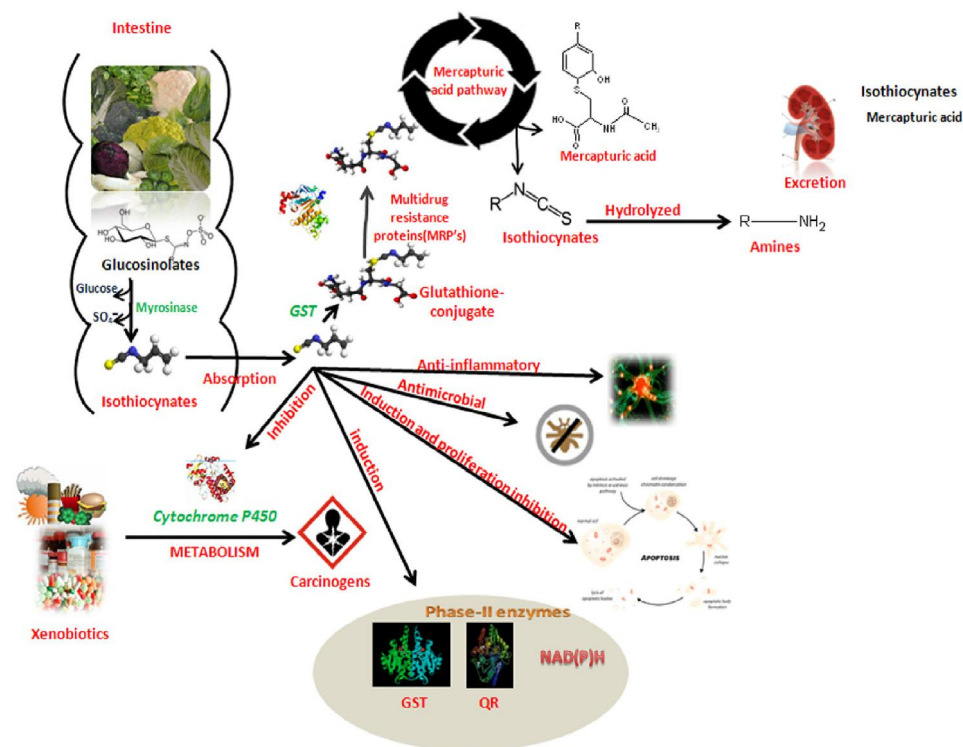


Рисунок 3 – Фармакокинетика и основной механизм профилактики рака с помощью изотиоцианатов: основных биологически активных соединений семейства капустные [9]

научно обоснованные режимы освещения, обеспечивающие получение капусты белокочанной с повышенным содержанием полезных веществ, высокой урожайностью и товарностью, отраженные ранее в методических рекомендациях [18, 19]. Целью исследования стало экономическое обоснование выращивания микрозелени капусты в закрытых контролируемых условиях с использованием светодиодного освещения при интенсивности освещения 50 мкмоль/м²·с, продолжительности 16 ч и соотношении в составе спектра красного и синего света, равного 10,5.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования были выполнены на образцах микрозелени капусты белокочанной отечественной селекции (гибрид Аватар F₁), семена которой были отобраны из рабочей коллекции генетических ресурсов овощных культур РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Опытные растения были выращены в условиях светокультуры с использованием светильников на основе светодиодов производства РНПУП «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси». Культивирование микрозелени, сбор и учет структуры урожая был проведен согласно общепринятым методикам [20, 21]. Для экономического обоснования эффективности выращивания микрозелени капусты белокочанной расчеты были проведены на площадь производственного помещения 100 м².

В условиях рыночной экономики Беларуси комплексный экономический анализ необходим для оценки эффективности производства растительной продукции и принятия обоснованных решений по оптимизации технологий и повышению прибыли. В данном исследовании экономическая эффективность выращивания микрозелени капусты с использованием светодиодного освещения была оценена на основе ключевых показателей: капитальные и производственные затраты, себестоимость, планируемая денежная выручка от реализации, валовая и чистая прибыль, уровень рентабельности при интенсивности освещения 50 мкмоль/м²·с, продолжительности 16 ч и соотношении в составе спектра красного и синего света, равного 10,5 [22–24]. Помимо этого были оценены интегральные показатели эффективности производства данной растительной продукции согласно официальным изданиям [25–28]. С целью уменьшения погрешности влияния экологических факторов выращивания на учитываемые показатели были использованы данные трех циклов производства микрозелени с дальнейшим расчетом их средней величины. Экономическая эффективность установленных режимов освещения для микрозелени сравнивалась с применяемыми на реальных производствах (ООО «ГринГрядка», УНП 193346859, ООО «Многодел», УНП 291585931 и ЧТПУП «Ферум-Сити», УНП 290986297) по показателям затрат на электроэнергию, урожайности, срокам хранения и чистой прибыли.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ данных по введенным в эксплуатацию производственным линиям показал средние капитальные затраты на выращивание микрозелени в размере 1 800 руб/м². Срок службы светотехнического оборудования и систем микроклимата был оценен в 10 лет исходя из статистики отказов оборудования, приведенной центром светодиодных и оптоэлектронных технологий, что принято за нормативный срок амортизации. Ранее выполненные в технологических картах расчеты позволили определить затраты на производство микрозелени капусты белокочанной, представленные в таблице 1. Суммарная стоимость посевного материала, субстратов, контейнеров, технологических веществ (для обеззараживания семян и водоподготовки), срезочно-упаковочного инструмента,

РАЗДЕЛ 3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Таблица 1 – Затраты на производство микрозелени капусты белокочанной, руб.
(в ценах на 1 ноября 2024 г.)

Статьи затрат	Всего
Материалы и комплектующие изделия	73 800
Топливо-энергетические ресурсы	11 600
Заработная плата (директор, агроном-технолог, рабочий персонал)	58 270
Отчисления (в фонд социальной защиты населения 34 % и обязательное страхование от несчастных случаев 0,9 %)	20 336
Работы и услуги сторонних организаций	21 452
Прочие прямые затраты	31 280
Общепроизводственные затраты	10 610
<i>Итого производственная себестоимость</i>	<i>227 348</i>
Управленческие расходы	5 520
<i>Всего затраты</i>	<i>232 868</i>

сортировочной и упаковочно-транспортной тары, этикеток, спецодежды для рабочих, моющих средств была отражена в статье затрат «Материалы и комплектующее», которая составила 59 400 руб. При формировании затрат на топливо-энергетические ресурсы (13 200 руб.) были учтены нефтепродукты, электроэнергия, теплоэнергия, вода с потреблением и отведением, утилизация ТКО. Для производства микрозелени капусты запланирована работа двух рабочих в сопровождении агронома-технолога под руководством директора, заработные платы которых легли в основу таких статей затрат, как «Заработная плата» и «Отчисления», составившие в системе затрат 58 270 и 20 336 руб. соответственно. Транспортно-логистические, бухгалтерские, аудиторские, банковские и рекламные услуги, охрана труда, содержание пожарной и сторожевой охраны, техническое обслуживание и ремонт техники, лабораторная диагностика, сертифицирование и декларирование растительной продукции подразумевают услуги сторонних организаций, которые составили 21 452 руб. В статье затрат «Прочие прямые затраты» (31 280 руб.) были учтены услуги связи и информационное обслуживание, амортизационное отчисление на полное восстановление основных производственных фондов и износ нематериальных активов, а также проценты по кредитам, в то время как страхование основных производственных фондов, арендная плата за аренду помещений были учтены в статье «Общепроизводственные затраты» (10 610 руб.).

Согласно таблице 1 производственная себестоимость микрозелени капусты белокочанной составила 227 348 руб., а все затраты, включая управленческие расходы (подготовка кадров, представительские расходы, командировки), составили 232 868 руб., впоследствии отразившиеся на основных финансовых результатах.

При расчете планируемой выручки от реализации микрозелени капусты было принято во внимание период производственного цикла данной растительной продукции, который составил 2 дня в отделении проращивания и 8 дней в светокультуре, а также период капитального обслуживания оборудования, на который приходится, в том числе уборка фитоустановки с ее подготовкой, 2 дня. За календарный год, принятый к оценке экономической эффективности, согласно вышеуказанным технологическим приемам, микрозелень капусты белокочанной успеет выполнить 30 полных циклов выращивания (от посева до упаковки готовой продукции) при средней урожайности 3,8 кг/м² и выходе товарной продукции 95 %. Помимо этого была принята средняя годовая рыночная цена реализации микрозелени капусты 90 руб/кг по данным, предоставленным производителями и указанным в данной статье ранее, с учетом сезонных колебаний (рис. 4) при действующей ставке НДС 20 % (табл. 2).

РАЗДЕЛ 3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

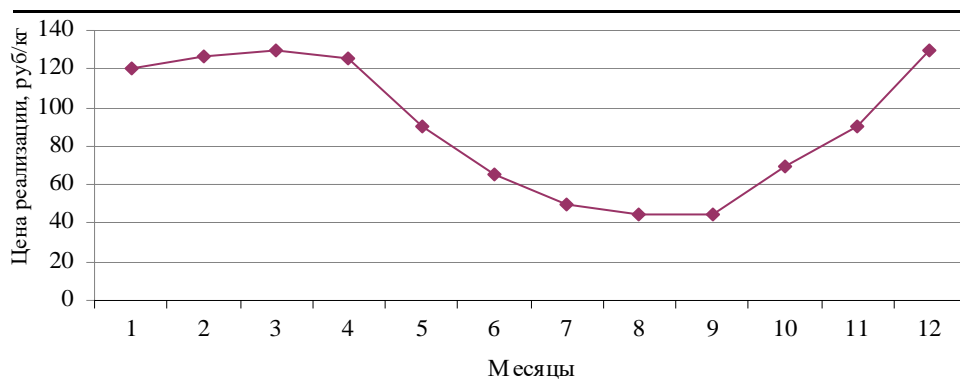


Рисунок 4 – Сезонный график цен на микрозелень овощных культур

Таблица 2 – Планируемая выручка от реализации микрозелени капусты белокочанной

Показатели	За 1 цикл выращивания	За год
Площадь производства, м ²	100	3 000
Урожайность с 1 м ² , кг	3,8	114,0
Валовой сбор, кг	380	11 400
Выход товарной продукции, %	95	95
Товарная продукция, кг	361	10 830
Цена реализации, руб/кг	90	90
Выручка от реализации, руб.	32 490	974 700
НДС, руб.	6 498	194 940

Сопоставив выручку и затраты, были выполнены расчеты основных финансовых результатов производства микрозелени капусты белокочанной в закрытых контролируемых условиях при интенсивности освещения 50 мкмоль/м²·с, продолжительности 16 ч и соотношении в составе спектра красного и синего света, равного 10,5 (табл. 3). Как видно, годовая выручка от реализации данной растительной продукции составляет 974 700 руб. при производственной себестоимости 227 348 руб. Валовая прибыль составляет 747 352 руб., а чистая прибыль – 546 892 руб., согласно которым уровень рентабельности выращивания микрозелени капусты равен 56,1 %.

Вместе с оценкой основных финансовых результатов, указанных выше, были выполнены расчеты интегральных показателей эффективности производства микрозелени капусты белокочанной (табл. 4). Расчет сроков окупаемости был выполнен исходя из необходимости финансирования капитальных затрат в размере 180 000 руб. и продолжительности выращивания микрозелени 5 лет (из которых 10 месяцев приходится на открытие финансирования, подготовку и согласование проектно-сметной документации, закупку и монтаж оборудования и светотехнической системы, запуск производства). Планируется, что источником финансирования выступят кредитные средства банка в рублях, предоставленные на 5 лет по ставке рефинансирования Национального банка

Таблица 3 – Финансовые результаты производства микрозелени капусты белокочанной, руб.

Показатели	Количество
Выручка от реализации	974 700
Производственная себестоимость	227 348
Валовая прибыль	747 352
Чистая прибыль	546 892
Уровень рентабельности, %	56,1

РАЗДЕЛ 3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Таблица 4 – Интегральные показатели производства микрозелени капусты белокочанной

Показатели	Количество
Период прогноза, мес.	60
Потребность в финансировании, руб.	180 000
Срок окупаемости производства, мес.	18
Дисконтированный срок окупаемости, мес.	18,7
Чистый доход, руб.	2 734 460
Чистый дисконтированный доход, руб.	1 826 115
Коэффициент экономической эффективности	9,8

(по состоянию на 1 ноября 2024 г. 14,25 %) с отсрочкой по уплате основного долга сроком на 12 месяцев, согласно Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [29].

Согласно таблице 4 выполненные расчеты интегральных показателей выращивания микрозелени капусты указывают на высокую экономическую эффективность производства и его высокую прибыльность (коэффициент экономической эффективности значительно больше 1) и сравнительно короткий срок окупаемости (18 месяцев).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При оценке производства микрозелени капусты белокочанной в закрытых контролируемых условиях на основе светодиодов при установленных ранее параметрах освещения (интенсивность освещения 50 мкмоль/м²·с, продолжительность 16 ч и соотношение в составе спектра красного и синего света, равное 10,5) установлена его высокая экономическая эффективность, выраженная в виде выручки от реализации данной растительной продукции, составляющей 974 700 руб., при себестоимости производства 227 348, валовой прибыли 747 352, чистой прибыли 546 892 руб. Высокий уровень рентабельности в 56,1% и коэффициент экономической эффективности 9,8 подтверждают выгодность данного метода выращивания микрозелени и его потенциал для дальнейшего развития.

Список литературы

1. A comprehensive review on the antioxidant activities and health benefits of microgreens: current insights and future perspectives / T. E. Tallei, B. J. Kepel, I. S. Herlina Wungouw [et al.] // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2024. – Vol. 59. – P. 58–71. – DOI: 10.1111/ijfs.16805
2. Alfalfa, Cabbage, Beet and Fennel Microgreens in Floating Hydroponics – Perspective Nutritious Food? / S. Fabek Uher, S. Radman, N. Opačić [et al.] // *Plants*. – 2023. – Vol. 12 (2098). – P. 1–12. – DOI: 10.3390/plants12112098.
3. Nolan, D. A. Effects of Seed Density and Other Factors on the Yield of Microgreens Grown Hydroponically on Burlap. Major Project / D. A. Nolan. – URL: <https://techworks.lib.vt.edu/> (date of access: 01.11.2024).
4. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: Edible microgreens. / Z. Xiao, G. Lester, Y. Luo, Q. Wang // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2012. – Vol. 60. – P. 7644–7651.
5. Sprouts and microgreens: Trends, opportunities, and horizons for novel research / A. Galieni, B. Falcinelli, A. Datti, F. Stagnari // *Agronomy*. – 2020. – Vol. 10 (1424). – P. 1–45. – DOI: 10.3390/agronomy10091424.
6. Bioactive composition and nutritional profile of microgreens cultivated in Thailand / L. Kowitcharoen, S. Phornvillay, P. Lekham [et al.] // *Applied Sciences*. – 2021. – Vol. 11 (7981). – P. 1–9. – DOI: 10.3390/app11177981.

7. Effects of Different Light Spectra on Final Biomass Production and Nutritional Quality of Two Microgreens / S. Toscano, V. Cavallaro, A. Ferrante [et al.] // *Plants*. – 2021. – Vol. 10 (1584). – P. 1–18. – DOI: 10.3390/plants10081584.
8. Exposure to Salinity and Light Spectra Regulates Glucosinolates, Phenolics, and Antioxidant Capacity of Brassica carinata L. Microgreens / S. Maina, D. H. Ryu, J. Y. Cho [et al.] // *Antioxidants*. – 2021. – Vol. 10 (1183). – P. 1–18. – DOI: 10.3390/antiox10081183.
9. Manchali, S. Crucial facts about health benefits of popular cruciferous vegetables / S. Manchali, Kotamballi N Chidambara Murthy, Bhimanagouda S Patil // *Journal of Functional Foods*. – 2012. – Vol. 4. – P. 94–106. – DOI: 10.1016/j.jff.2011.08.004.
10. Avato, P. Brassicaceae: A rich source of health improving phytochemicals / P. Avato, M. P. Argentieri // *Phytochemistry*. – 2015. – Vol. 14. – P. 1019–1033. – DOI: 10.1007/s11101-015-9414-4.
11. Bioactive compounds in Brassicaceae vegetables with role in the prevention of chronic diseases / A. Raiola, A. Errico, G. Petruk [et al.] // *Molecules*. – 2018. – Vol. 23 (1). – P. 1–15. – DOI: 10.3390/molecules23010015.
12. Choe, U. The science behind microgreens as an exciting new food for the 21st Century / U. Choe, Liangli Lucy Yu, Thomas T Y Wang // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2018. – Vol. 66. – P. 1159–11530. – DOI: 10.1021/acs.jafc.8b03096.
13. High intake of cruciferous vegetables reduces the risk of gastrointestinal cancers: results from observational studies / H. Ren, H. N. Luu, Y. Liu [et al.] // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2024. – Vol. 64 (23). – P. 8493–8499. – DOI: 10.1080/10408398.2023.2271070.
14. The benefits of Brassica vegetables on human health / N. Sanlier, M. Saban Güle // *Journal of Human Health Research*. – 2018. – Vol. 1. – P. 104–126.
15. Antiproliferative Effect of Bioaccessible Fractions of Four Brassicaceae Microgreens on Human Colon Cancer Cells Linked to Their Phytochemical Composition / B. Fuente, G López-García, V. Máñez [et al.] // *Antioxidants*. – 2020. – Vol. 9 (368). – P. 1–15. – DOI: 10.3390/antiox9050368.
16. Ying, Q. Applying Blue Light Alone, or in Combination with Far-red Light, during Nighttime Increases Elongation without Compromising Yield and Quality of Indoor-grown Microgreens / Q. Ying, Y. Zheng, Y. Kong // *Hortscience*. – 2020. – Vol. 55 (6). – P. 1–6. – DOI: 10.21273/HORTSCI14899-20.
17. A review on the effects of light-emitting diode (LED) light on the nutrients of sprouts and microgreens / X. Zhang, Z. Bian, X. Yuan [et al.] // *Trends in Food Science & Technology*. – 2020. – Vol. 99. – P. 203–216. – DOI: 10.1016/j.tifs.2020.02.031.
18. Оптимизация режимов светодиодного освещения при производстве микрозелени овощных культур с целью повышения качества продукции: методические рекомендации / А. М. Пашкевич, Ж. А. Рупасова, А. И. Чайковский [и др.]. – Минск : Право и экономика. – 2022. – 46 с.
19. Оптимизация спектрального состава светодиодного освещения при производстве микрозелени овощных культур с целью повышения качества продукции: методические рекомендации / А. М. Пашкевич, Ж. А. Рупасова, А. И. Чайковский [и др.] // Минск : Право и экономика. – 2022. – 30 с.
20. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
21. Микрозелень, зелень, проростки, цветы пищевые : ТУ ВУ 290986297.001-2023 : приняты 23.05.2023. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2023. – 18 с.

22. Методические указания по бухгалтерскому учету сельскохозяйственной продукции и производственных запасов для сельскохозяйственных и иных организаций, осуществляющих производство сельскохозяйственной продукции / И. Л. Власенко, П. Я. Папковская, А. П. Михалкевич [и др.] / М-во сельского хоз-ва и прод. Респ. Беларусь. – 2-е изд. – Минск : Информпресс, 2010. – 148 с.

23. Михалкевич, А. П. Бухгалтерский учет в АПК. Практикум / А. П. Михалкевич. – Минск : Изд-во БГЭУ, 2005. – 230 с.

24. Шалаева, Л. В. Учет затрат и калькулирование себестоимости продукции в растениеводстве : учеб. пособие / Л. В. Шалаева. – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2018. – 258 с.

25. Методические рекомендации по оценке эффективности научных, научно-технических и инновационных разработок и их внедрения : постановление Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь от 20 апр. 2017 г. № 9. – URL: http://mshp.gov.by/ru/documents_nauka-ru/view/metodicheskie-rekomendatsii-po-otsenke-effektivnosti-nauchnyx-nauchno-texnicheskix-i-innovatsionnyx-razrab-3319/ (дата обращения: 01.11.2024).

26. Об утверждении Правил по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов : постановление М-ва экономики Респ. Беларусь от 31 авг. 2005 г. № 158 : с изм. и доп. от 10 мая 2018 г. № 15. – URL: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=W20513184> (дата обращения: 01.11.2024).

27. Об утверждении Рекомендаций по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов : приказ М-ва экономики Респ. Беларусь от 31 марта 1999 г. № 25. – URL: <http://naviny.org/1999/03/31/by62881.htm> (дата обращения: 01.11.2024).

28. Бевзелюк, А. Основные методы оценки инвестиционных проектов и их эволюционное развитие / А. Бевзелюк // Банковский вестник. – 2019. – № 10 (675). – С. 65–71.

29. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 1 февр. 2021 г. № 59. – URL: <http://pravo.by/document/?guid=11031&p0=C22100059/> (дата обращения: 01.11.2024).

Поступила в редакцию 12.12.2024 г.

A. M. PASHKEVICH

ECONOMIC JUSTIFICATION FOR THE EFFICIENCY OF PRODUCING WHITE CABBAGE MICROGREENS USING LED LIGHTING

SUMMARY

In Belarus, there is a significant increase in demand for microgreens, directly linked to the growing potential of its production. This creates favorable conditions for the development of this agricultural sector. The state program «Agrarian Business» for 2021–2025 and the designation of 2024 as the Year of Quality emphasize the importance of improving agricultural product quality, with microgreens considered a promising avenue to achieve this goal. The development of this sector aligns with global trends, where microgreens are recognized as a priority area in the economy.

Key words: microgreens; LED lighting; white cabbage; economic efficiency; production cost; gross profit; net profit; profitability level; payback period; economic efficiency coefficient.

УДК 634.739.3:736(476)

А. М. Пашкевич¹, заведующий сектором бобовых овощных культур

Ж. А. Рупасова², член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник

А. И. Чайковский¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель генерального директора по научной работе

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

² Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», г. Минск

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ МИКРОЗЕЛЕНИ ГОРОХА ОВОЩНОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

РЕЗЮМЕ

В настоящее время в Беларуси наблюдается высокий потребительский спрос на функциональную растительную продукцию, к которой относится микрозелень. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы и объявление 2024 г. Годом качества содействовали развитию инновационных технологий в сельском хозяйстве, в том числе производства микрозелени различных овощных культур. В результате исследований установлена экономическая эффективность выращивания микрозелени гороха овощного, подтверждаемая следующими показателями: выручка – 1 036 800 руб., себестоимость – 214 548, валовая прибыль – 822 252, чистая прибыль – 609 372 руб., рентабельность – 58,7 %, коэффициент экономической эффективности – 11,3.

Ключевые слова: горох овощной; микрозелень; светодиодное освещение; экономическая эффективность; себестоимость продукции; валовая прибыль; чистая прибыль; уровень рентабельности; срок окупаемости; коэффициент экономической эффективности.

ВВЕДЕНИЕ

К 2050 г., по данным Департамента по экономическим и социальным вопросам ООН, численность населения планеты достигнет 9,1 млрд чел., что потребует увеличения производства продуктов питания примерно на 70 % для обеспечения продовольственной безопасности. Это колоссальная задача, требующая не просто повышения объемов производства, но и значительного улучшения качества продуктов. Проблема усугубляется изменением климата, негативно влияющим на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Расширение городов и урбанизация приводят к сокращению пахотных земель. Кроме того, истощение почв, потеря плодородия и общая деградация земель обуславливают снижение питательной ценности выращиваемой продукции. В результате возникает проблема не только количественной, но и качественной нехватки продовольствия. Скрытый голод, или скрытое недоедание, характеризующийся дефицитом основных микроэлементов и витаминов, несмотря на достаточное количество калорий в рационе, становится все более распространенным

явлением. Люди могут получать достаточно еды, но она не обеспечивает организм необходимыми питательными веществами для полноценного роста, развития и функционирования. Для решения этой сложной проблемы необходимо не только увеличить объем сельскохозяйственного производства, но и сосредоточиться на поиске и выращивании более питательных видов и сортов растений, разработке устойчивых методов ведения сельского хозяйства, способных противостоять изменению климата и сохранить плодородие почв, а также на обеспечении доступа к качественной пище для всех слоев населения [1].

В связи с этим в последнее время особое признание во всем мире получает такой класс овощной продукции, как микрозелень, характеризующийся коротким периодом производственного цикла и повышенным содержанием биодоступных питательных соединений. Микрозелень представляет собой уменьшенную форму молодой съедобной зелени, получаемой из различных видов овощей и трав, собранных на начальной стадии развития растения [2]. Данная овощная категория состоит из трех основных частей: центрального стебля, двух семядольных листьев и, как правило, первой пары очень молодых настоящих листьев, возраст которых составляет не более 4–14 дней в зависимости от вида [3]. Сбор урожая микрозелени обычно происходит в начале фотосинтетической устойчивости, когда сеянец находится в процессе перехода от проросшего эмбриона, зависящего от его семенного запаса, к автономному организму. В результате этого очень молодое растение обладает уникальной смесью фитохимических веществ, придающих ему исключительный вкус и особую биохимическую ценность. Различными исследованиями установлено высокое содержание полифенолов, антоцианов, каротиноидов, органических кислот [4–11] и других редокс-активных соединений, которые решают вопросы скрытого голода населения и участвуют в регуляции регенеративных и адаптационных процессов, иммунного ответа, дифференцировки, пролиферации и апоптоза на клеточном уровне [12]. В культуре микрозелени используют различные виды овощных растений таких ботанических семейств, как амарантовые, луковые, капустные, сложноцветные, тыквенные, маревые, губоцветные, амариллисовые. Особую популярность приобрели культуры семейства бобовых, среди которых на первом месте по выращиванию и потреблению в виде микрозелени находится горох овощной из-за высокой питательной ценности, обилия минералов и вторичных метаболитов [13].

Вместе с тем анализ литературных источников, в которых описаны различные способы выращивания микрозелени большинства культур в условиях светодиодного освещения, показал фрагментарные знания о ее культивировании, которые были дополнены исследованиями в 2021–2023 гг. на базе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Результатом работы стали научно обоснованные режимы освещения, обеспечивающие получение продукции с повышенным содержанием полезных веществ, высокой урожайностью и товарностью, отраженные ранее в методических рекомендациях [14, 15]. Цель настоящего исследования – определение экономической эффективности выращивания микрозелени гороха овощного в закрытых контролируемых условиях с использованием светодиодного освещения при интенсивности освещения 100 мкмоль/м²·с, продолжительности 14 часов и соотношении в составе спектра красного и синего света, равного 3,0.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Эксперимент проводили на образцах микрозелени гороха овощного отечественной селекции (сорт Павлуша), семена которого были отобраны из рабочей коллекции

генетических ресурсов овощных культур РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Опытные растения выращивали в условиях светокультуры с использованием светильников на основе светодиодов производства Государственного предприятия «ЦСОТ НАН Беларуси». Производство микрозелени, сбор и учет структуры урожая проводили согласно принятым методикам [16, 17]. С целью оценки экономической эффективности выращивания микрозелени гороха овощного расчеты производили на площади производственного помещения 100 м².

Для всесторонней оценки эффективности получения растительной продукции необходим комплексный экономический анализ, который в условиях свободного рынка, характерного для нашей страны, становится особенно важным для принятия обоснованных решений, направленных на оптимизацию технологических процессов и повышение прибыльности производственного предприятия. В данном исследовании экономическую эффективность выращивания микрозелени гороха овощного с использованием светодиодного освещения оценивали на основе ключевых показателей: капитальные и производственные затраты, себестоимость продукции, планируемая денежная выручка от реализации, валовая и чистая прибыль, уровень рентабельности при интенсивности освещения 100 мкмоль/м²·с, продолжительности 14 часов и соотношении в составе спектра красного и синего света, равного 3,0 [18–20]. Кроме того, были оценены интегральные показатели эффективности производства микрозелени гороха овощного согласно официальным изданиям [21–24]. Для уменьшения погрешности влияния экологических факторов выращивания на учитываемые показатели были использованы данные трех циклов производства микрозелени с дальнейшим расчетом их средней величины. Для обоснования экономических принципов рационального использования установленных режимов освещения проведено сравнение эффективности их использования с принятыми режимами освещения при выращивании микрозелени в условиях реальных производств (ООО «ГринГрядка», ООО «Многодел» и ЧТПУП «Ферум-Сити») при сопоставлении данных об эксплуатационных затратах на электричество, увеличении товарной фитомассы, повышении сроков хранения продукции и чистой прибыли.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Согласно экономическим данным, полученным при вводе в эксплуатацию производственных линий по выращиванию микрозелени упомянутыми выше предприятиями, капитальные затраты в среднем составляют 1 800 руб/м², средняя продолжительность эксплуатации светотехнической системы, в том числе приборов по обеспечению микроклимата, исходя из статистики отказов оборудования, составляет 10 лет, что было принято за норму амортизации.

Выполненные в технологических картах расчеты позволили определить затраты на производство микрозелени гороха овощного (табл. 1). В статье затрат «Материалы и комплектующие», которая составила 59 400 руб., отражена суммарная стоимость посевного материала, субстратов, контейнеров, технологических веществ (для обеззараживания семян и водоподготовки), срезочно-упаковочного инструмента, сортировочной и упаковочно-транспортной тары, этикеток, спецодежды для рабочих, мощных средств. При формировании затрат на топливно-энергетические ресурсы (13 200 руб.) были учтены нефтепродукты, электроэнергия, теплоэнергия, вода с потреблением и отведением, утилизация ТКО. Планируется, что производство микрозелени гороха овощного будет выполняться двумя рабочими в сопровождении агронома-технолога

РАЗДЕЛ 3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Таблица 1 – Затраты на производство микрозелени гороха овощного, руб.
(в ценах на 1 ноября 2024 г.)

Статьи затрат	Значение
Материалы и комплектующие изделия	59 400
Топливо-энергетические ресурсы	13 200
Заработная плата (директор, агроном-технолог, рабочий персонал)	58 270
Отчисления (в фонд социальной защиты населения 34 % и обязательное страхование от несчастных случаев 0,9 %)	20 336
Работы и услуги сторонних организаций	21 452
Прочие прямые затраты	31 280
Общепроизводственные затраты	10 610
<i>Итого производственная себестоимость</i>	<i>214 548</i>
Управленческие расходы	5 520
<i>Всего затраты</i>	<i>220 068</i>

под руководством директора, заработные платы которых легли в основу статей затрат «Заработная плата» и «Отчисления» (58 270 и 20 336 руб. соответственно). Под услугами сторонних организаций подразумеваются транспортно-логистические, бухгалтерские, аудиторские, банковские и рекламные услуги, охрана труда, содержание пожарной и сторожевой охраны, техническое обслуживание и ремонт техники, лабораторная диагностика, сертифицирование и декларирование растительной продукции (21 452 руб.). Услуги связи и информационное обслуживание, амортизационное отчисление на полное восстановление основных производственных фондов и износ нематериальных активов, проценты по кредитам были учтены в статье затрат «Прочие прямые затраты» (31 280 руб.), в то время как страхование основных производственных фондов, арендная плата за помещения – в статье «Общепроизводственные затраты» (10 610 руб.).

Исходя из данных таблицы 1, производственная себестоимость микрозелени гороха овощного составила 214 548 руб., а все затраты, включая управленческие расходы (подготовка кадров, представительские расходы, командировки) – 220 068 руб., которые впоследствии отразились на основных финансовых результатах.

Для расчета планируемой выручки от реализации микрозелени гороха овощного был принят во внимание период производственного цикла данной растительной продукции, который составил два дня в отделении проращивания и восемь дней в светокультуре, а также период капитального обслуживания оборудования, на который приходится в том числе уборка фитоустановки с ее подготовкой – два дня. За календарный год, принятый к оценке экономической эффективности, согласно вышеуказанным технологическим приемам, микрозелень гороха успевает пройти полных 30 циклов выращивания (от посева до упаковки готовой продукции), при средней урожайности 4 кг/м² и выходе товарной продукции 96 %. Нами была также принята средняя годовая рыночная цена реализации микрозелени гороха (по данным, предоставленным производителями) 90 руб/кг с учетом сезонных колебаний, когда она менялась по месяцам от 45 до 130 руб/кг при действующей ставке НДС 20 % (табл. 2).

Сопоставив производственные показатели и затраты, нами были посчитаны основные финансовые результаты получения микрозелени гороха овощного в закрытых контролируемых условиях при интенсивности освещения 100 мкмоль/м²·с, продолжительности 14 часов и соотношении в составе спектра красного и синего света, равного 3,0 (табл. 3). Как видно из таблицы, годовая выручка от реализации растительной продукции составляет 1 036 800 руб. при себестоимости производства 214 548 руб.,

РАЗДЕЛ 3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Таблица 2 – Планируемые показатели производства микрозелени гороха овощного

Показатели	За 1 цикл выращивания	За год
Площадь производства, м ²	100	3 000
Урожайность кг/м ²	4	120
Валовой сбор, кг	400	12 000
Выход товарной продукции, %	96	96
Товарная продукция, кг	384	11 520
Цена реализации, руб/кг	90	90
Выручка от реализации, руб.	34 560	1 036 800
НДС (20 %), руб.	6 912	207 360

Таблица 3 – Финансовые результаты производства микрозелени гороха овощного

Показатели	Значение
Выручка от реализации, руб.	1 036 800
Производственная себестоимость, руб.	214 548
Валовая прибыль, руб.	822 252
Чистая прибыль, руб.	609 372
Рентабельность, %	58,7

валовая прибыль – 822 252 руб., чистая прибыль – 609 372 руб., рентабельность выращивания микрозелени гороха – 58,7 %.

Помимо оценки основных финансовых результатов, указанных выше, нами были выполнены расчеты интегральных показателей эффективности производства микрозелени гороха овощного (табл. 4). Расчет сроков окупаемости проводили, принимая во внимание необходимость в финансировании в размере 180 000 руб. и продолжительность выращивания микрозелени пять лет (из которых 10 месяцев приходится на открытие финансирования, подготовку и согласование проектно-сметной документации, закупку и монтаж оборудования и светотехнической системы, запуск производства). Планируется, что источником финансирования послужат кредитные средства банка в рублях, предоставленные на пять лет по ставке рефинансирования Национального банка (по состоянию на 1 ноября 2024 г. 14,25 %) с отсрочкой по уплате основного долга сроком на 12 месяцев согласно Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [25].

Таким образом, проведенные расчеты интегральных показателей выращивания микрозелени гороха овощного указывают на высокую экономическую эффективность производства и его высокую прибыльность (коэффициент экономической эффективности значительно больше 1) и сравнительно короткий срок окупаемости (16 месяцев).

Таблица 4 – Интегральные показатели производства микрозелени гороха овощного

Показатели	Значение
Период прогноза, мес.	60
Потребность в финансировании, руб.	180 000
Срок окупаемости производства, мес.	16
Дисконтированный срок окупаемости, мес.	16,3
Чистый доход, руб.	3 046 860
Чистый дисконтированный доход, руб.	2 035 319
Коэффициент экономической эффективности	11,3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При оценке производства микрозелени гороха овощного в закрытых контролируемых условиях на основе светодиодов при установленных ранее параметрах освещения (интенсивность освещения 100 мкмоль/м²·с, продолжительность 14 часов и соотношение в составе спектра красного и синего света 3,0) установлена его высокая экономическая эффективность: выручка от реализации данной растительной продукции 1 036 800 руб., себестоимость производства – 214 548, валовая прибыль – 822 252, чистая прибыль – 609 372 руб., уровень рентабельности 58,7 % и коэффициент экономической эффективности 11,3.

Список литературы

1. Increasing vitamin C through agronomic biofortification of arugula microgreens / Sh. Kathi, H. Laza, S. Singh [et al.] // *Scientific Reports*. – 2022. – V. 12:13093. – P. 1–10. – DOI: 10.1038/s41598-022-17030-4.
2. Koley, T. K. Microgreens from vegetables: more nutrition for better health / T. K. Koley, A. Maurya, B. Singh // *New Age Protect Cultivation*. – 2016. – V. 2(2). – P. 25–27. – DOI: 10.1007/s40003-018-0378-7.
3. Antioxidant Potentiality and Mineral Content of Summer Season Leafy Greens: Comparison at Mature and Microgreen Stages Using Chemometric / L. P. Yadav, T. K. Koley, A. Tripathi, S. Singh // *Agricultural Research*. – 2018. – V. 8. – P. 1–14. – DOI: 10.1007/s40003-018-0378-7.
4. Functional quality in novel food sources: Genotypic variation in the nutritive and phytochemical composition of thirteen microgreens species / M. C. Kyriacou, C. El-Nakhel, G. Graziani [et al.] // *Food Chemistry*. – 2019. – V. 277. – P. 107–118. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.10.098.
5. Mir, S. A. Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components / S. A. Mir, M. A. Shah, M. M. Mir // *Critical reviews food science nutrition*. – 2017. – V. 57. – P. 2730–2736. – DOI: 10.1080/10408398.2016.1144557.
6. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: Edible microgreens / Z. Xiao, G. E. Lester, Y. Luo, Q. Wang // *Journal of Agriculture Food Chemistry*. – 2012. – V. 60. – P. 7644–7651. – DOI: 10.1021/jf300459b.
7. Butkute, B. Small-seeded legumes as a novel food source. Variation of nutritional, mineral and phytochemical profiles in the chain: Raw seeds-sprouted seeds-microgreens / B. Butkute, L. Taujienis, Norkevičienė // *Molecules*. – 2019. – V. 24(1):133. – P. 1–18. – DOI: 10.3390/molecules24010133.
8. Accumulation of Agmatine, Spermidine, and Spermine in Sprouts and Microgreens of Alfalfa, Fenugreek, Lentil, and Daikon Radish / I. K. Cigić, S. Rupnik, T. Rijavec [et al.] // *Foods*. – 2020. – V. 9:547. – P. 1–20. – DOI: 10.3390/foods9050547.
9. Влияние спектрального состава светодиодного освещения на состояние пигментного комплекса пластид микрозелени гороха овощного / А. М. Пашкевич, Ж. А. Рупасова, А. И. Чайковский [и др.] // *Экологические системы и приборы*. – 2023. – № 7. – С. 27–35.
10. Генотипические особенности биохимического состава микрозелени гороха овощного / А. М. Пашкевич, А. И. Чайковский, Ж. А. Рупасова [и др.] // *Вестник фонда фундаментальных исследований*. – 2022. – № 4. – С. 61–73.
11. Пашкевич, А. М. Микрозелень – функциональный продукт XXI века / А. М. Пашкевич, А. И. Чайковский // *Наука и инновации*. – 2021. – № 11(225). – Ч. I. – С. 58–63.

12. Dröge, W. Free radicals in the physiological control of cell function / W. Dröge // *Physiological Reviews*. – 2002. – V. 82(1). – P. 47–95. – DOI: 10.1152/physrev.00018.2001.
13. Impact of growing conditions on proximate, mineral, phenolic composition, amino acid profile, and antioxidant properties of black gram, mung bean, and chickpea microgreens / N. Kaur, B. Singh, A. Kaur [et al.] // *Journal of Food Processing Preservation*. – 2022. – V. 46:e16655. – P. 1–16. – DOI: 10.1111/jfpp.16655.
14. Оптимизация спектрального состава светодиодного освещения при производстве микрозелени овощных культур с целью повышения качества продукции: методические рекомендации / А.М. Пашкевич, Ж. А. Рупасова, А. И. Чайковский [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2022. – 30 с.
15. Оптимизация режимов светодиодного освещения при производстве микрозелени овощных культур с целью повышения качества продукции: методические рекомендации / А. М. Пашкевич, Ж. А. Рупасова, А. И. Чайковский [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2022. – 46 с.
16. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
17. Микрозелень, зелень, проростки, цветы пищевые : ТУ ВУ 290986297.001-2023 : приняты 23.05.23. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2023. – 18 с.
18. Методические указания по бухгалтерскому учету сельскохозяйственной продукции и производственных запасов для сельскохозяйственных и иных организаций, осуществляющих производство сельскохозяйственной продукции / И. Л. Власенко, П. Я. Папковская, А. П. Михалкевич [и др.]; М-во сельского хоз-ва и прод. Респ. Беларусь. – 2-е изд., изм. – Минск : Информпресс. – 148 с.
19. Михалкевич, А. П. Бухгалтерский учет в АПК. Практикум / А. П. Михалкевич. – Минск : Изд-во БГЭУ, 2005. – 230 с.
20. Шалаева, Л. В. Учет затрат и калькулирование себестоимости продукции в растениеводстве : учеб. пособие / Л. В. Шалаева. – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2018. – 258 с.
21. Об утверждении Методических рекомендаций по оценке эффективности научных, научно-технических и инновационных разработок и их внедрения : постановление Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь от 20 апр. 2017 г. № 9. – URL: https://mshp.gov.by/ru/documents_nauka-ru/view/metodicheskie-rekomendatsii-po-otsenke-effektivnosti-nauchnyx-nauchno-technicheskix-i-innovatsionnyx-razrab-3319/ (дата обращения: 01.11.2024).
22. Об утверждении Правил по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов : постановление М-ва экономики Респ. Беларусь от 31 авг. 2005 г. № 158 : с изм. и доп. от 10 мая 2018 г. № 15. – URL: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=W20513184> (дата обращения: 01.11.2024).
23. Об утверждении Рекомендаций по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов : приказ М-ва экономики Респ. Беларусь от 31 марта 1999 г. № 25. – URL: <http://naviny.org/1999/03/31/by62881.htm>. (дата обращения: 01.11.2024).
24. Бевзелюк, А. Основные методы оценки инвестиционных проектов и их эволюционное развитие / А. Бевзелюк // *Банковский вестник*. – 2019. – № 10 (675). – С. 65–71.
25. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 1 февр. 2021 г. № 59. – URL: <http://pravo.by/document/?guid=11031&p0=C22100059/> (дата обращения: 01.11.2024).

Поступила в редакцию 12.12.2024 г.

A. M. PASHKEVICH, ZH. A. RUPASOVA, A. I. CHAYKOVSKIY

**ECONOMIC EFFICIENCY OF GROWING GARDEN PEA
MICROGREENS USING LED LIGHTING**

SUMMARY

Currently, there is high consumer demand for functional plant-based products in Belarus, including microgreens. The state program «Agrarian Business» for 2021–2025 and the designation of 2024 as the Year of Quality have facilitated the development of innovative agricultural technologies, including the production of microgreens from various vegetable crops. Research has demonstrated the economic efficiency of growing garden pea microgreens, confirmed by the following indicators: revenue – 1 036 800 BYN, production cost – 214 548 BYN, gross profit – 822 252 BYN, net profit – 609 372 BYN, profitability – 58.7 %, and economic efficiency coefficient – 11.3.

Key words: garden pea; microgreens; LED lighting; economic efficiency; production cost; gross profit; net profit; profitability level; payback period; economic efficiency coefficient.

УДК 635.1/.8 (476)

А. И. Чайковский, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заместитель генерального директора по научной работе

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

СОСТОЯНИЕ ОВОЩЕВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ

РЕЗЮМЕ

Представлен анализ состояния производства овощной продукции в Республике Беларусь по категориям хозяйств и видам культур за 2019–2023 гг.

Ключевые слова: овощные культуры; валовой сбор; урожайность; посевная площадь; структура производства.

ВВЕДЕНИЕ

Важную роль в обеспечении продовольственной безопасности играет овощеводство как подотрасль растениеводства, деятельность которой направлена на производство продуктов питания. Для планирования производства различных продуктов питания и контроля их качества используются рациональные нормы потребления. Например, согласно рекомендациям ВОЗ, норма потребления фруктов и овощей (за исключением картофеля) в день на одного человека должна составлять не менее 400 г [1]. Министерством здравоохранения Российской Федерации утверждены рациональные нормы потребления овощных и бахчевых культур в размере 140 кг в расчете на одного человека в год, из них все виды капусты – 40 кг, томаты – 10, огурцы – 10, морковь – 17, свекла – 18, лук – 10, прочие овощи – 20, бахчевые – 15 кг [2].

Советом Министров Республики Беларусь также утверждена рациональная норма потребления овощей, бахчевых культур и продуктов их переработки, которая составляет 124 кг в год на одного человека [3]. Исходя из рациональных норм потребления овощей, численности населения Республики Беларусь и с учетом сложившегося уровня товарности, естественной убыли и других потерь в ходе реализации, целесообразные объемы валового производства овощной продукции обозначены в Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы и составляют 1,9 млн т в хозяйствах всех категорий. Индикаторами для общественного сектора являются валовой сбор 0,6 млн т, площадь сева овощей в открытом грунте 14,8 тыс. га при средней урожайности 335 ц/га [4].

Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года определяет критический уровень производства овощной продукции на уровне 1,1 млн т, оптимистический – 1,7 млн т и к 2030 г. ставит задачу выйти на 1,9 млн т собственного производства овощей во всех категориях хозяйств [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В 2019–2023 гг. в Республике Беларусь овощные культуры выращивались в среднем на площади 95,6 тыс. га [5]. Более 65 % посевных площадей овощных культур по всем

РАЗДЕЛ 3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

категориям хозяйств и 75 % в профессиональном овощеводстве (сельскохозяйственные организации и крестьянские (фермерские) хозяйства) сосредоточены на юге страны – в Брестской, Гомельской и Минской областях. За данный период отмечается тенденция сокращения посевных площадей под овощными культурами у сельскохозяйственных организаций на 1,7 тыс. га, или на 30,4 %. Площади под овощными культурами в крестьянских (фермерских) хозяйствах поддерживаются на уровне не ниже 10,0 тыс. га. Небольшое сокращение посевных площадей отмечается в личных подсобных хозяйствах населения на 8,4 тыс. га, или на 9,8 %. В целом по всем категориям хозяйств посевные площади сократились на 11,1 тыс. га, или 10,9 % (табл. 1).

За последние пять лет в структуре посевных площадей в сельскохозяйственных организациях преобладали горох овощной – 30 %, лук репчатый – 17, морковь столовая – 14, капуста белокочанная – 16, свекла столовая 12 %. На прочие культуры приходилось 11 % посевных площадей (рис. 1).

В крестьянских (фермерских) хозяйствах в структуре посевных площадей наиболее распространены морковь столовая – 40 %, капуста белокочанная – 22, свекла столовая – 18, лук репчатый – 8 %. Под прочими культурами было занято 12 % посевных площадей (рис. 2).

Производство овощей у населения носит непредсказуемый характер и весьма трудно поддается учету. В дачном и приусадебном овощеводстве, как показывает экспертная оценка, структура посевных площадей следующая: томат, огурец, лук, чеснок –

Таблица 1 – Посевные площади под овощными культурами по категориям хозяйств, тыс. га

Категория хозяйств	Год				
	2019	2020	2021	2022	2023
Сельскохозяйственные организации	5,6	5,0	4,8	4,7	3,9
Крестьянские (фермерские) хозяйства	11,0	9,7	9,9	10,7	10,0
Личные подсобные хозяйства	85,3	82,5	80,0	78,0	76,9
Всего	101,9	97,3	94,7	93,4	90,8



Рисунок 1 – Структура посевных площадей под овощными культурами в сельскохозяйственных организациях (среднее за 2019–2023 гг.), %

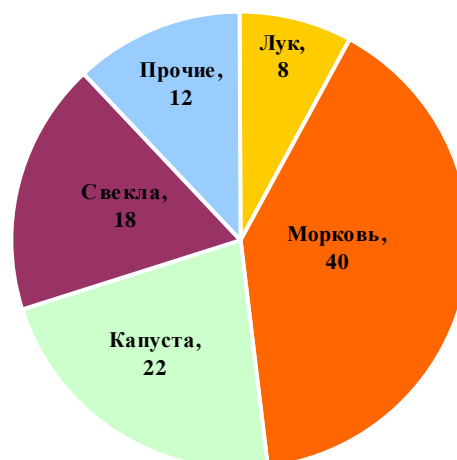


Рисунок 2 – Структура посевных площадей под овощными культурами в крестьянских (фермерских) хозяйствах (среднее за 2019–2023 гг.), %

РАЗДЕЛ 3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

по 17–18 %, морковь и свекла – по 9–10, капуста – 5–6, зеленные, пряно-вкусовые и редкие культуры – 17–20 % [6].

Средняя урожайность овощей открытого грунта по всем категориям хозяйства за 2019–2023 гг. составила 286 ц/га, в том числе в сельскохозяйственных организациях – 204, в крестьянских (фермерских) хозяйствах – 377, в личных подсобных хозяйствах – 281 ц/га (табл. 2).

Низкая урожайность овощей в сельскохозяйственных организациях относительно крестьянских (фермерских) хозяйств объясняется различным спектром выращиваемых культур и структурой их посевных площадей. Наиболее урожайными культурами являются капуста белокочанная и морковь столовая, их средняя урожайность находится в диапазоне 343–462 ц/га. Средняя урожайность свеклы столовой и лука репчатого составляет 191–303 ц/га. Горох овощной имеет на порядок более низкую урожайность по сравнению с остальными овощными культурами – 32 ц/га (рис. 3).

Валовый сбор овощей в среднем за 2019–2023 гг. составил 2,25 млн т. Основное производство овощей сосредоточено в личных подсобных хозяйствах, на долю которых приходится 4/5 валовых сборов овощей в стране (рис. 4).

По самым объективным оценкам, товарность овощей у населения не превышает 40 %, из которых 20 % потребляется самими производителями и членами их семей; излишки (20 %) реализуются через рынки [6]. Сельскохозяйственные предприятия и крестьянские (фермерские) хозяйства выращивают 1/5 валового сбора овощей. Уровень товарности овощеводства в них, напротив, довольно высок и находится в диапазоне

Таблица 2 – Урожайность овощей в открытом грунте, ц/га

Категория хозяйств	Год					Среднее
	2019	2020	2021	2022	2023	
Все категории хозяйств	282	276	278	295	298	286
Сельскохозяйственные организации	234	204	181	214	186	204
Крестьянские (фермерские) хозяйства	376	363	369	378	400	377
Личные подсобные хозяйства	274	271	272	289	297	281

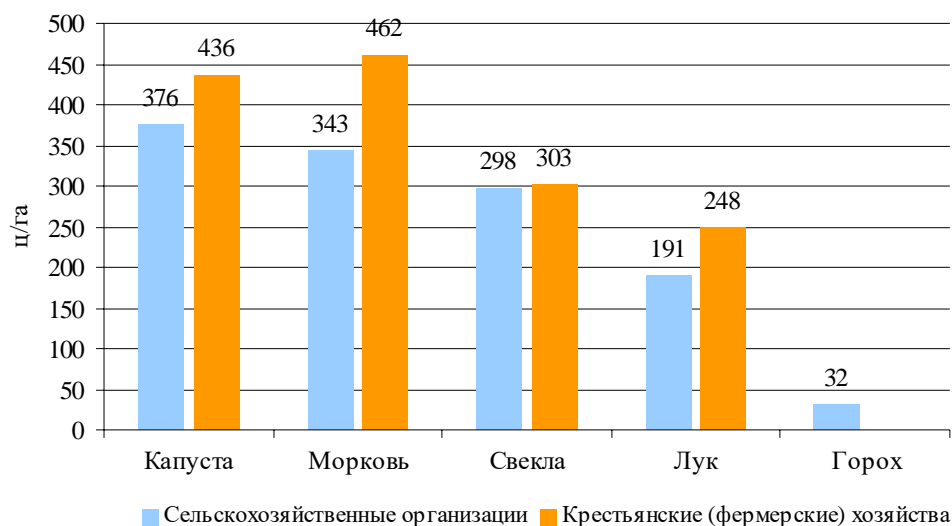


Рисунок 3 – Урожайность овощных культур (среднее за 2019–2023 гг.), ц/га



Рисунок 4 – Структура валового сбора овощей по категориям хозяйств (среднее за 2019–2023 гг.), %

60–70 % [7]. Любительское и профессиональное овощеводство в настоящее время на паритетных началах обеспечивает население овощами.

Структура производства овощей в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах характеризуется тем, что на 4–6 основных культур (открытый грунт – морковь, капуста, свекла, лук; защищенный грунт – томат, огурец) приходится 94,9–95,5 % от объема производства овощей, а на остальные культуры – 4,5–5,1 % (рис. 5, 6).

В 2019–2023 гг. среди сельскохозяйственных организаций наблюдается тенденция сокращения количества хозяйств, которые выращивают овощи (табл. 3). Так, например, если в 2019 г. овощи производили 118 организаций со средним размером овощного поля в 47,5 га, то в 2023 г. – только 71 организация со средним размером овощного поля 54,9 га.

Объем производства овощей в промышленном овощеводстве, включая сельскохозяйственные организации и крестьянские (фермерские) хозяйства, в 2019–2023 гг. находился в диапазоне 547–616 тыс. т (рис. 7).

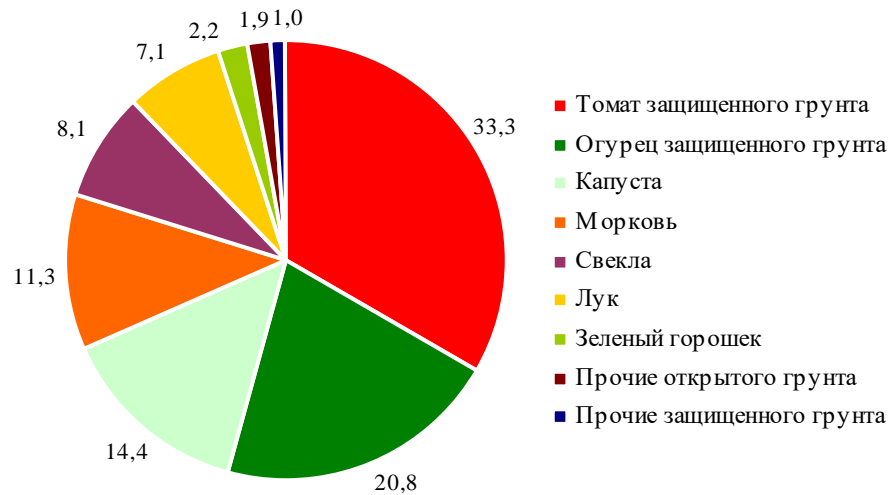


Рисунок 5 – Структура валового сбора овощей в сельскохозяйственных организациях по культурам (среднее за 2019–2023 гг.), %

РАЗДЕЛ 3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

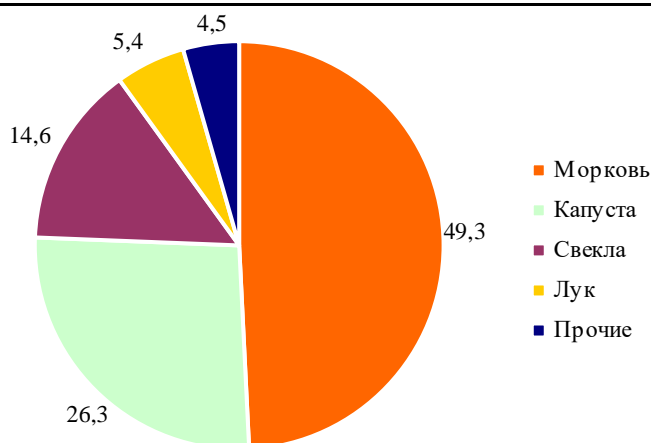


Рисунок 6 – Структура валового сбора овощей в крестьянских (фермерских) хозяйствах по культурам (среднее за 2019–2023 гг.), %

Таблица 3 – Характеристика общественного сектора по производству овощей

Показатели	Год				
	2019	2020	2021	2022	2023
Количество хозяйств, шт.	118	103	88	97	71
Площадь, тыс. га	5,6	5,0	4,8	4,7	3,9
Площадь овощного поля на хозяйство, га	47,5	48,5	54,5	48,5	54,9
Валовой сбор, тыс. т	235,3	208,4	184,4	201,1	164,1
Урожайность, ц/га	420,2	416,8	384,2	427,9	420,8

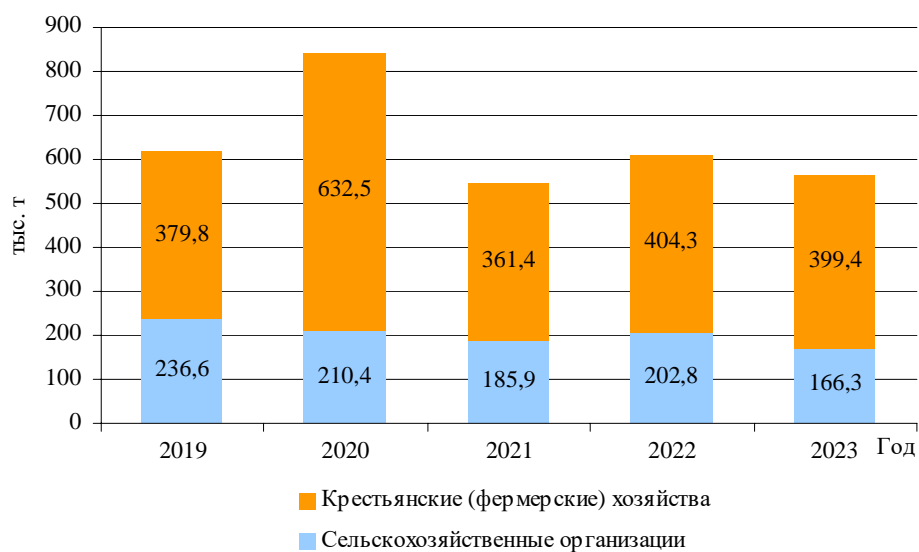


Рисунок 7 – Объем производства овощей в промышленном овощеводстве, тыс. т

Производство овощных культур в расчете на душу населения в 2019–2023 гг. составило 293–313 кг, а потребление овощных и бахчевых культур – 166–176 кг [5], что соответствует научно обоснованным нормам. В то же время производство овощей представлено очень узким ассортиментом и не отличается разнообразием. В мире известно более 200 овощных культур, в Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь для промышленного выращивания включено 55 овощных культур [8], в то время как в производстве имеют значение 6 из них. Расширение ассортимента овощных культур – важнейшая задача овощеводства на современном этапе. Это позволит населению получать более сбалансированную пищу и улучшить усвояемость всех других продуктов питания, а у производителей и торговли возрастут объемы реализации овощей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Производство овощей в Республике Беларусь сосредоточено в трех секторах: личные подсобные хозяйства населения, крестьянские (фермерские) хозяйства, сельскохозяйственные организации.
2. В личных подсобных хозяйствах обеспечивается около 4/5 валового производства овощной продукции, в промышленном овощеводстве республики производится 1/5 валового сбора овощей.
3. В целом ежегодные объемы производства овощей позволяют говорить об устойчивом обеспечении продовольственной безопасности по данному направлению.
4. Сельскохозяйственным организациям и крестьянским (фермерским) хозяйствам присущ узкий ассортимент овощей, практическое значение имеют шесть культур: капуста, морковь, свекла, лук, томат, огурец.
5. В Республике Беларусь отмечается устойчивая тенденция сокращения производства овощей в сельскохозяйственных организациях в связи с уменьшением посевных площадей, а также отказом ряда хозяйств от выращивания овощных культур.
6. Требуется расширение ассортимента овощных культур в структуре посевных площадей республики, что будет способствовать разнообразию питания населения, а также импортозамещению по отдельным культурам.

Список литературы

1. Здоровое питание // ВОЗ. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (дата обращения: 27.09.2024).
2. Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания : приказ М-ва здравоохранения Рос. Федерации от 19 авг. 2016 г. № 614 // Минздрав России. – URL: <https://mzdrav.rk.gov.ru/documents/44df5b95-5600-4463-9d30-b9cc68c91814> (дата обращения: 27.11.2024).
3. О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 15 дек. 2017 г. № 962 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21700962> (дата обращения: 27.11.2024).
4. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 1 февр. 2021 г. № 59 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100059> (дата обращения: 27.11.2024).

5. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации // Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – URL: <http://dataportal.belstat.gov.by/osids/home-page> (дата обращения: 27.11.2024).

6. Аутко, А. А. Концепция развития овощеводства в Республике Беларусь на период до 2015 года / А. А. Аутко, Н. П. Купренок // Овощеводство : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т картофелеводства и плодоовощеводства. – 2010. – Вып. 17. – С. 7–19.

7. Попков, В. А. Овощеводство Беларуси / В. А. Попков. – Минск : Наша идея, 2011. – 1088 с.

8. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / М-во сельского хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений ; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2021. – 269 с.

Поступила в редакцию 29.11.2024 г.

A. I. CHAYKOVSKIY, E. S. DOSINA-DUBESHKO

THE STATE OF VEGETABLE PRODUCTION IN THE REPUBLIC OF BELARUS UNDER NEW CONDITIONS

SUMMARY

An analysis of the state of vegetable production in the Republic of Belarus by categories of farms and types of crops for the period 2019–2023 is presented.

Key words: vegetable crops; gross yield; productivity; sown area; production structure.

Научное издание

КАРТОФЕЛЕВОДСТВО И ОВОЩЕВОДСТВО

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

ТОМ 2

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 30.12.2024. Формат 70×100 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 27,79. Уч.-изд. л. 28,42. Тираж 100 экз. Заказ 37.
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.