

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Институт плодородства



ПЛОДОВОДСТВО FRUIT-GROWING

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Основан в 1971 году

Том 35

Минск
«Беларуская навука»
2023

УДК 634(082)

Плодоводство : сб. науч. тр. / Ин-т плодоводства ; редкол.: А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.] – Минск : Беларуская навука, 2023. – Т. 35. – 206 с.

В сборнике научных трудов публикуются обзорные и экспериментальные статьи, в которых представлены результаты научных исследований в области плодоводства в Беларуси и за рубежом (селекция, сортоизучение, интродукция, технология возделывания плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда, биотехнология, качество, хранение и переработка плодово-ягодной продукции и др.).

Предназначен для научных работников, преподавателей и студентов вузов сельскохозяйственного и биологического профилей, специалистов по плодоводству.

Редакционная коллегия:

А. А. Таранов – главный редактор, В. А. Матвеев – заместитель главного редактора,
Ж. В. Шибут – ответственный секретарь, О. Ю. Баранов, А. М. Криворот,
Н. В. Кухарчик, Ж. А. Рупасова, В. В. Скорина

Editorial staff:

A. A. Taranov – Editor-in-chief, V. A. Matveev – Deputy editor-in-chief,
Zh. V. Shibut – Responsible secretary, O. Yu. Baranov, A. M. Krivorot,
N. V. Kukharchik, Zh. A. Rupasova, V. V. Skorina

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, доцент В. А. Козлов;
доктор сельскохозяйственных наук, доцент Г. И. Пискун

Сборник «Плодоводство» включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований Высшей аттестационной комиссии (ВАК) Республики Беларусь и представлен в российской наукометрической базе данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ) на платформе Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU

ISSN 0134-9759

© Институт плодоводства НАН Беларуси, 2023
© Оформление. РУП «Издательский дом
«Беларуская навука», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Плодоводство и ягодоводство в Беларуси

<i>Капичникова Н. Г., Леонович И. С.</i> Жизнь и научная деятельность известного ученого. К 100-летию со дня рождения Аркадия Сергеевича Девятова (1923–1999)	7
<i>Ярмолич С. А., Марудо Г. М.</i> Потенциал зимостойкости гибридов яблони отечественной селекции	18
<i>Грушева Т. П., Левинунов В. А., Ганусенко М. Ю., Лелес С. В.</i> Рост, развитие и урожайность одноштабных и двухштабных деревьев колонновидных сортов яблони	24
<i>Рулинская М. Е., Васеха В. В.</i> Влияние регулирующих мероприятий на товарную урожайность сортов яблони белорусской селекции	29
<i>Якимович О. А.</i> Оценка перспективных гибридов груши белорусской селекции	35
<i>Капичникова Н. Г., Леонович И. С., Буймистрова А. В.</i> Рост и урожайность деревьев груши в молодом саду на формах айвы в качестве подвоев	43
<i>Божидай Т. Н., Колбанова Е. В.</i> Идентификация и молекулярная характеристика белорусских изолятов фитоплазмы малины.	48
<i>Гашенко Т. А., Фролова Л. В., Божидай Т. Н.</i> Изучение генетического разнообразия образцов малины с использованием SSR-маркеров	54
<i>Гашенко О. А., Божидай Т. Н., Колбанова Е. В., Кухарчик Н. В.</i> Эффективность ИФА и ПЦР-анализа при диагностике <i>Raspberry bushy dwarf virus</i> (RBDV) у растений малины в культуре <i>in vitro</i>	62
<i>Фролова Л. В., Пигуль М. Л., Зазулин А. Г., Колядко Е. О.</i> Источники крупноплодности в селекции ягодных культур.	69
<i>Павловский Н. Б.</i> Морфологическая характеристика листьев сортов голубики, интродуцированных в Беларуси	74
<i>Рупасова Ж. А., Криницкая Н. Б., Сулим Д. О., Добрянская К. А., Павловский Н. Б., Гончарова Л. В., Коломиец Э. И., Алещенкова З. М., Мандрик-Литвинкович М. Н.</i> Влияние фунгицидных препаратов разной химической природы на биохимический состав плодов <i>Vaccinium corymbosum</i> L. в условиях Беларуси.	82
<i>Павловский Н. Б., Дрозд О. В.</i> Аprobационные признаки районированного в Беларуси сорта голубики	89
<i>Морозова М. Д.</i> Ризогенез <i>in vitro</i> и адаптация <i>ex vitro</i> мужских форм актинидии (<i>Actinidia Lindl.</i>).	100
<i>Луговцова Н. В., Кухарчик Н. В., Борисенко М. Н., Васеха В. В., Черноокая К. А.</i> Оценка качества пыльцы генотипов фундука в условиях Беларуси	106
<i>Леонович И. С., Капичникова Н. Г., Буймистрова А. В.</i> Оптимизация роста и развития молодых растений фундука за счет схемы размещения	113
<i>Леонович И. С., Зелезняк Л. Г.</i> Экономический анализ структуры затрат на уход за молодыми насаждениями фундука (до перевода их в состав плодоносящих) при различных схемах посадки	121
<i>Леонович И. С., Капичникова Н. Г., Буймистрова А. В.</i> Рост и развитие растений фундука сорта Каталонский при применении минеральных удобрений в молодом саду	126
<i>Леонович И. С., Зелезняк Л. Г.</i> Сравнительная экономическая оценка применения различных доз минеральных удобрений в молодых насаждениях фундука	133
<i>Васеха В. В., Барысенка М. М., Чарнавокая К. А., Мацвеев В. А.</i> Гаспадарчая каштоўнасць гібрыдаў фундуку селекцыі Я. Б. Квача.	139

Раздел 2. Качество, хранение и переработка плодово-ягодной продукции

<i>Остапчук И. Н., Якимович О. А.</i> Показатели качества плодов перспективных гибридов груши позднего срока созревания.	145
<i>Максименко М. Г., Новик Г. А., Криворот А. М., Караник О. С., Марцинкевич Д. И.</i> Пригодность белорусских сортов сливы домашней к изготовлению сухофруктов	152

<i>Новик Г. А., Криворот А. М., Марцинкевич Д. И., Максименко М. Г., Караник О. С.</i> Роль способов содержания почвы в формировании урожайности и товарного качества земляники садовой	157
<i>Максименко М. Г., Новик Г. А., Караник О. С., Криворот А. М., Марцинкевич Д. И.</i> Перспективы использования плодов айвы японской в производстве сокосодержащих напитков	165

Раздел 3. Обзоры

<i>Радкевич Т. В.</i> Технологические приемы ухода за голубикой высокорослой.	170
<i>Радкевич М. В.</i> Боярышник: генетический резерв совершенствования породно-сортового состава культивируемых растений	178
<i>Змушко А. А.</i> Роботы в сельском хозяйстве	186
<i>Змушко А. А., Кирченко А. В.</i> Дроны в сельском хозяйстве	193
<i>Змушко А. А., Кирченко А. В.</i> Вертикальные фермы как новый тренд в сельском хозяйстве	199

CONTENTS

Section 1. Fruit and small fruit-growing in Belarus

<i>Kapichnikova N. G., Leonovich I. S.</i> Life and scientific activity of the famous scientist. On the 100 th anniversary of the birth of Arkady Sergeevich Devyatov (1923–1999)	7
<i>Yarmolich S. A., Marudo G. M.</i> Winter hardiness potential of apple hybrids of domestic selection	18
<i>Grusheva T. P., Levshunov V. A., Ganusenko M. Yu., Leles S. V.</i> Growth, development and yield of one-stem and two-stem trees of column-like apple varieties	24
<i>Rulinskaya M. E., Vasekha V. V.</i> Impact of regulatory measures on commodity yield of apple varieties of Belarusian selection	29
<i>Yakimovich O. A.</i> Assessment of promising pear hybrids of Belarusian selection.	35
<i>Kapichnikova N. G., Leonovich I. S., Buimistrova A. V.</i> Growth and yield of pear trees on forms of quince as rootstocks in a young garden	43
<i>Bozhidai T. N., Kolbanova E. V.</i> Identification and molecular characteristics of Belarusian raspberry phytoplasma isolates	48
<i>Gashenko T. A., Frolova L. V., Bozhidai T. N.</i> Study of the genetic diversity of raspberry samples using SSR markers	54
<i>Gashenko O. A., Bozhidai T. N., Kolbanova E. V., Kukharchik N. V.</i> Effectiveness of ELISA and PCR-tests in diagnosis <i>Raspberry bushy dwarf virus</i> (RBDV) in raspberry plants in <i>in vitro</i> culture.	62
<i>Frolova L. V., Pigul M. L., Zazulin A. G., Kolyadko E. O.</i> Sources of large-fruit capacity in breeding of berry crops	69
<i>Pavlovsky N. B.</i> Morphological characteristics of the leaves of blueberry varieties introduced in Belarus	74
<i>Rupasova Zh. A., Krinitskaya N. B., Sulim D. O., Dobryanskaya K. A., Pavlovsky N. B., Goncharova L. V., Kolo-miets E. I., Aleshchenkova Z. M., Mandrik-Litvinkovich M. N.</i> Influence of fungicides of different chemical nature on the biochemical structure of fruit <i>Vaccinium corymbosum</i> L. in the conditions of Belarus	82
<i>Pavlovsky N. B., Drozd O. V.</i> Approbation characteristics of the blueberry assortment released in Belarus	89
<i>Morozova M. D.</i> <i>In vitro</i> rhisogenesis and <i>ex vitro</i> adaptation of male forms of actinidia (<i>Actinidia</i> Lindl.)	100
<i>Lugovtsova N. V., Kukharchik N. V., Borisenko M. N., Vasekha V. V., Chernookaya K. A.</i> Pollen quality evaluation of hazelnut genotypes in the conditions of Belarus.	106
<i>Leonovich I. S., Kapichnikova N. G., Buimistrova A. V.</i> Optimization of growth and development of young hazelnut plants due to planting pattern.	113
<i>Leonovich I. S., Zeleznyak L. G.</i> Economic analysis of the structure of maintenance costs for young hazelnut plants (before the fruiting period) under various planting patterns	121
<i>Leonovich I. S., Kapichnikova N. G., Buimistrova A. V.</i> Growth and development of plants of the Catalan hazelnut variety when applying mineral fertilizers in a young garden	126
<i>Leonovich I. S., Zeleznyak L. G.</i> Comparative economic assessment of application of different doses of mineral fertilizers in young hazelnut plantations	133
<i>Vasekha V. V., Barysenka M. M., Charnavokaya K. A., Matsveey V. A.</i> The economic value of hybrid hazelnuts bred by Ya. B. Kwach	139

Section 2. Quality, storage and processing of fruit and small fruit products

<i>Ostapchuk I. N., Yakimovich O. A.</i> Quality indicators of fruits of perspective pear hybrids of late ripening.	145
<i>Maksimenko M. G., Novik G. A., Krivorot A. M., Karanik O. S., Martsinkevich D. I.</i> Suitability of Belarusian varieties of domestic plum for the production of dried fruits	152

<i>Novik G. A., Krivorot A. M., Martsinkevich D. I., Maksimenko M. G., Karanik O. S.</i> The role of soil maintenance practices in forming yield and commercial quality of garden strawberry	157
<i>Maksimenko M. G., Novik G. A., Karanik O. S., Krivorot A. M., Martsinkevich D. I.</i> Prospects for the use of Japanese quince fruit in the production of juice-containing beverages	165

Section 3. Reviews

<i>Radkevich T. V.</i> Technological techniques of maintenance of highbush blueberry	170
<i>Radkevich M. V.</i> Hawthorn: a genetic reserve for improvement of the species and variety composition of cultivated plants	178
<i>Zmushko A. A.</i> Robots in agriculture	186
<i>Zmushko A. A., Kirchenko A. V.</i> Drones in agriculture	193
<i>Zmushko A. A., Kirchenko A. V.</i> Vertical farms as a new trend in agriculture	199

ПЛОДОВОДСТВО И ЯГОДОВОДСТВО В БЕЛАРУСИ

УДК 634(092)

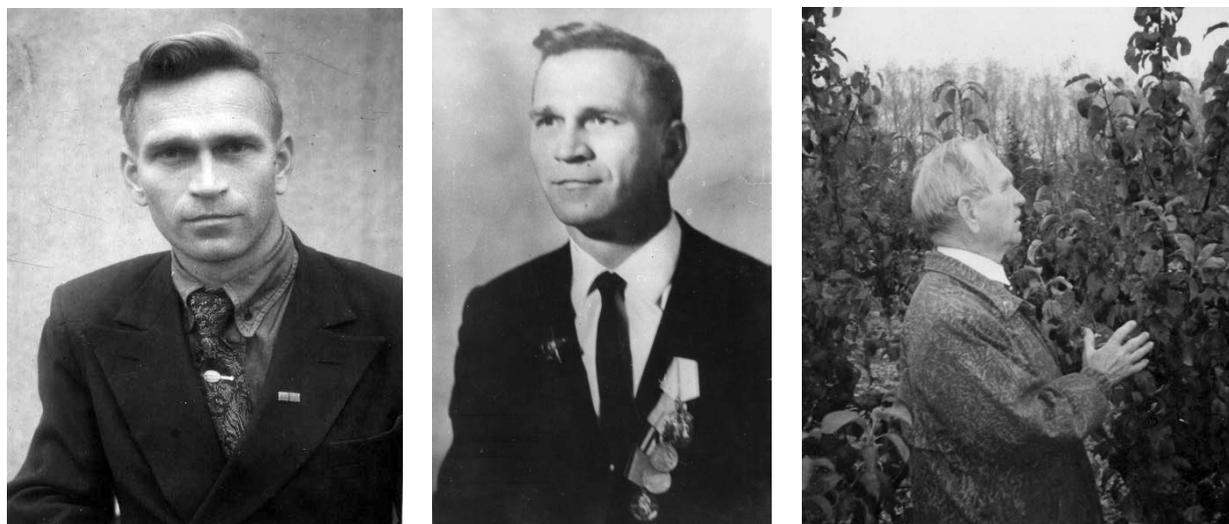
[HTTPS://DOI.ORG/10.47612/0134-9759-2023-35-7-17](https://doi.org/10.47612/0134-9759-2023-35-7-17)

**ЖИЗНЬ И НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИЗВЕСТНОГО УЧЕНОГО.
К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АРКАДИЯ СЕРГЕЕВИЧА ДЕВЯТОВА
(1923–1999)**

Н. Г. КАПИЧНИКОВА, И. С. ЛЕОНОВИЧ

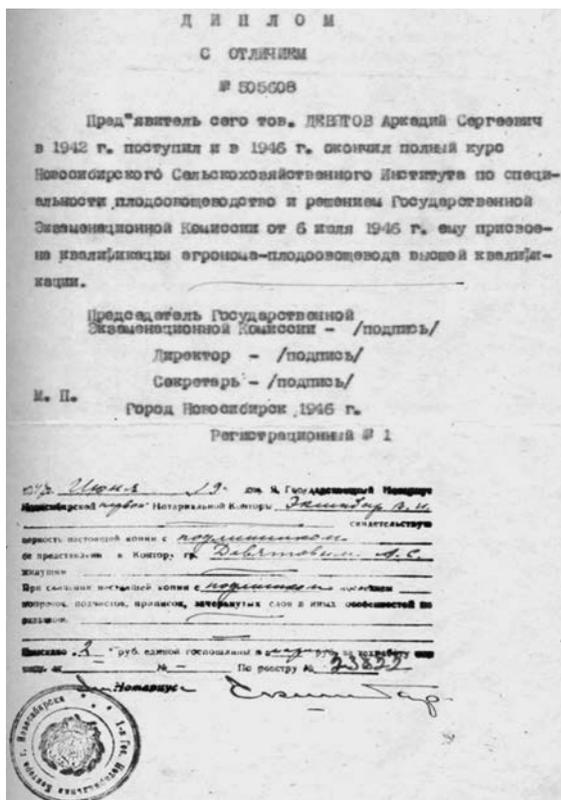
*РУП «Институт плодородства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

11 марта 2023 г. исполнилось 100 лет со дня рождения известного ученого, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, действительного члена Нью-Йоркской академии наук и Американского общества садоводческой науки Аркадия Сергеевича Девятова, который вошел в историю отечественной науки не только как основоположник ряда новых научных направлений, связанных с отраслью плодородства, но и как талантливый организатор крупномасштабных исследований по биологии и агротехнике древесных плодовых культур.



А. С. Девятков в разные годы жизни

А. С. Девятков родился 11 марта 1923 г. на Харанорских копиях Читинской области. В своей автобиографии он писал, что отец его был служащим, а мать – рабочей. В 1931 г. Аркадий Девятков поступил в школу. Учась в старших классах, активно занимался опытной работой на станции юннатов и дома. Был участником и экспонентом Всесоюзной сельскохозяйственной выставки в 1940 и 1941 г. Два с половиной года вел наблюдения за погодой на домашней метеостанции, на основе этих наблюдений уже в то время написал две научные работы, которые получили положительную оценку.



Диплом с отличием об окончании Новосибирского сельскохозяйственного института

В 1941 г. с отличием окончил школу и пошел работать слесарем на фабрику-артель им. 5-го декабря в г. Новосибирске, откуда поступил на учебу в Омский сельскохозяйственный институт. В феврале 1942 г. был призван в армию и поступил в полковую школу, по окончании которой участвовал в боях командиром строевого отделения на Донском и командиром отделения противотанковых ружей на Сталинградском фронтах. Был контужен и дважды ранен. С октября 1942 по апрель 1943 г. лечился в госпиталях, после лечения был уволен из армии.

С мая 1943 по июль 1946 г. учился в Новосибирском сельскохозяйственном институте, который закончил с отличием. После окончания сельхозинститута А. С. Девятков работал младшим научным сотрудником Ботанического сада Западно-Сибирского филиала Академии наук СССР в г. Новосибирске (1946–1948).

В декабре 1948 г. Аркадий Сергеевич поступил в аспирантуру кафедры плодоводства сельскохозяйственной академии им. Тимирязева в г. Москве (ТСХА).

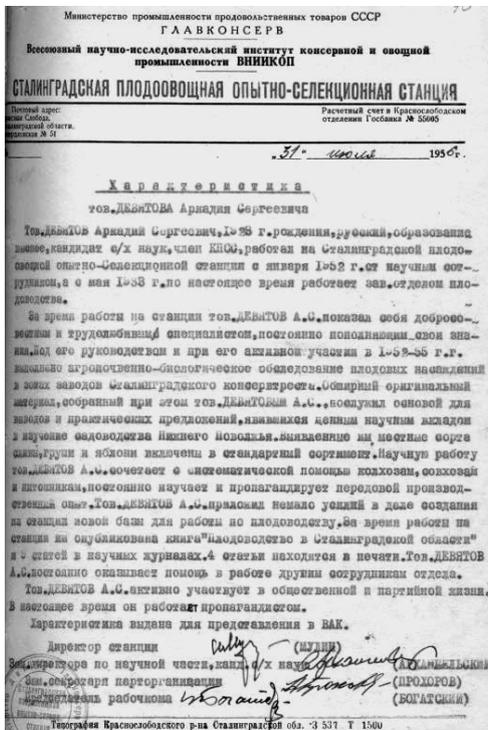
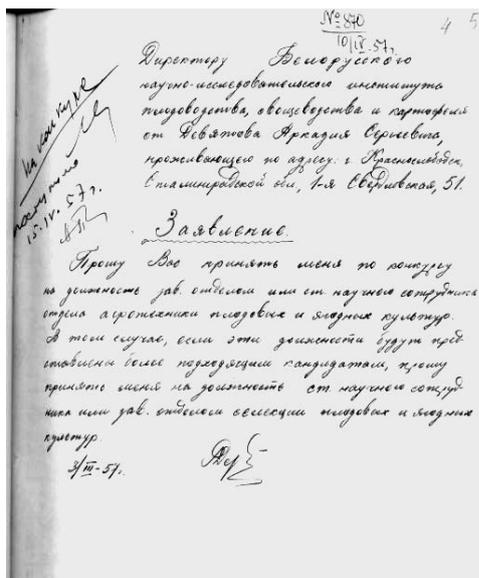
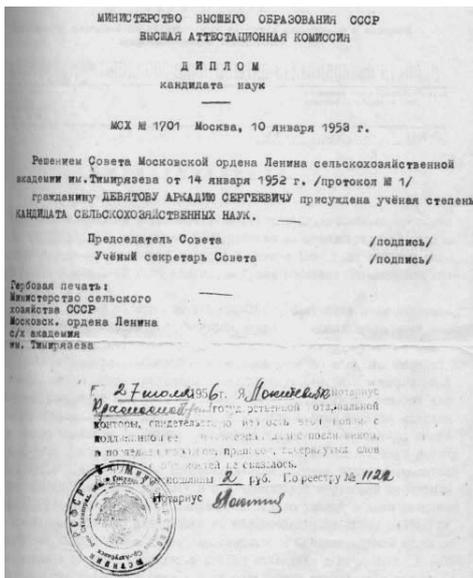
Руководителями его научной работы были известные ученые-плодоводы, профессора П. Г. Шитт и З. А. Метлицкий. Во время учебы Аркадий Сергеевич получал персональную стипендию им. Мичурина, затем им. Сталина.

Первой публикацией А. С. Девятова была заметка «Мичуринец Яков Сафонов» в газете «Советская Сибирь» в 1947 г. Уже в 1948 г. в этой же газете печатают заметку «Передовой опыт колхозного садоводства в Кулундинской степи», в 1949 г. в № 6 журнала «Сад и огород» выходит статья «Работа Новосибирского общества мичуринцев».

В декабре 1951 г. А. С. Девятков защитил кандидатскую диссертацию на тему «Изучение и выявление подвоев яблони в условиях Московской области» в ТСХА. После защиты работал старшим научным сотрудником Сталинградской плодово-овощной опытно-селекционной станции, а затем с мая 1953 г. – заведующим отделом плодоводства той же станции. Здесь молодой ученый провел большие исследования по пригодности различных почв Волго-Ахтубинской поймы под



Во время учебы в ТСХА, 1949 г.

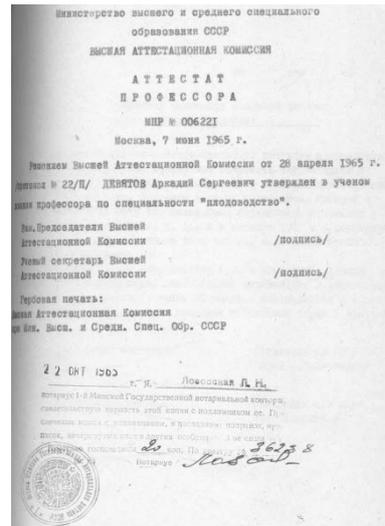
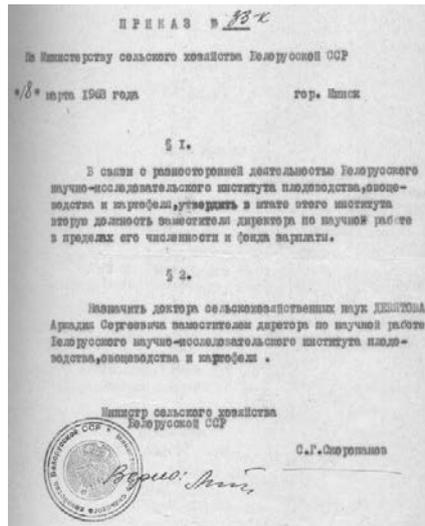
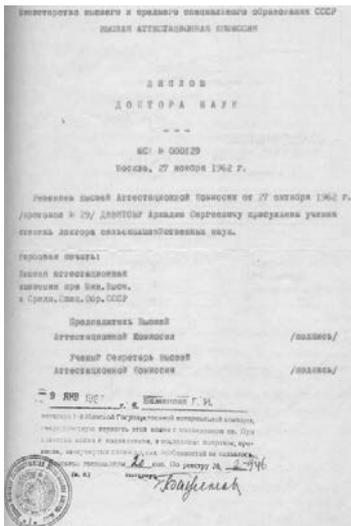
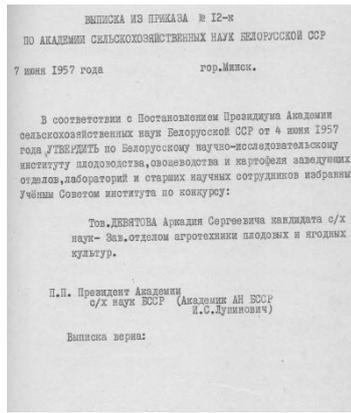
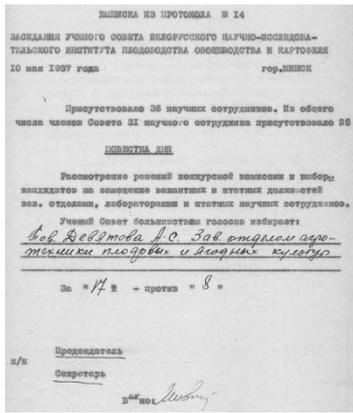


Фотографии архивных документов А. С. Девятова

сады. В результате этих исследований был собран обширный научный материал, который в дальнейшем явился основой для написания докторской диссертации.

В 1954 г. участвовал во Всесоюзной сельскохозяйственной выставке в г. Москве.

3 марта 1957 г. Аркадий Сергеевич, в связи с семейными обстоятельствами, написал заявление об участии в конкурсе на вакантную должность заведующего или старшего научного сотрудника отдела агротехники плодовых и ягодных культур Белорусского научно-исследовательского института плодоводства, овощеводства и картофеля. В своем заявлении Аркадий Сергеевич пишет: «...в том случае, если эти должности будут представлены более подходящим кандидатам, прошу принять меня на должность старшего научного сотрудника или заведующим отделом селекции плодовых и ягодных культур».



Фотографии архивных документов А. С. Девятова

В характеристике на А. С. Девятова указывается: «...за время работы на Сталинградской плодовоощной опытной станции тов. Девятов А. С. показал себя добросовестным и трудолюбивым специалистом, постоянно пополняющим свои знания. Под его руководством и при его активном участии в 1952–1955 гг. выполнено агропочвенно-биологическое обследование плодовых насаждений в зонах заводов Сталинградского консервтреста. Выявленные им местные сорта сливы, груши и яблони включены в стандартный сортимент».

10 мая 1957 г. большинством голосов ученый совет Белорусского научно-исследовательского института плодоводства, овощеводства и картофеля избрал А. С. Девятова заведующим отделом агротехники плодовых и ягодных культур. 30 сентября 1957 г. приказом по институту он был зачислен на эту должность. С этого времени и до конца жизни (декабрь 1999 г.) трудовая деятельность А. С. Девятова была связана с белорусской наукой, с разработкой технологий выращивания плодовых культур.

В 1962 г. в возрасте 39 лет, что в то время в научной жизни страны было достаточно редким явлением, А. С. Девятов успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Особенности произрастания плодовых культур на аллювиальных почвах Нижнего Поволжья». С марта 1963 по январь 1964 г. он совмещает работу заведующего отделом с работой в должности заместителя директора по научной работе.

Аркадий Сергеевич Девятов постоянно работал с молодыми сотрудниками, готовил научные кадры, являясь руководителем аспирантов.

Уже в апреле 1965 г. Высшей аттестационной комиссией (ВАК) ему было присвоено звание профессора.

А. С. Девятов с сотрудниками отдела провел большие исследования по биологии плодовых растений, архитектонике корневой системы плодовых деревьев, световому режиму сада, водному и воздушному режиму почвы, агротехнике, технологии и организации промышленного сада.



Различные способы содержания междурядий в молодых садах

Во время работы в Беларуси под руководством и при участии А. С. Девятова проведено агропочвенно-биологическое обследование плодовых садов БССР, в результате чего составлена оценочная шкала пригодности почв для различных плодовых культур, выделены географические районы для перспективной концентрации промышленного плодоводства. Им разработана методика бонитировки садов, по которой осуществлена качественная оценка насаждений колхозов и совхозов на площади 87 тыс. га, и методика технического проектирования плодоводства. На основе научных изысканий, проведенных А. С. Девятовым и сотрудниками, в республике были специализированы 10 совхозов на промышленное плодоводство. Во исполнение постановления ЦК КПБ и Совета Министров БССР по методике, разработанной А. С. Девятовым и при его непосредственном активном участии, составлены генеральные планы многолетних насаждений и технические проекты плодоводства на общую площадь 10 тыс. га с проектным производством плодов 73 тыс. т в год.

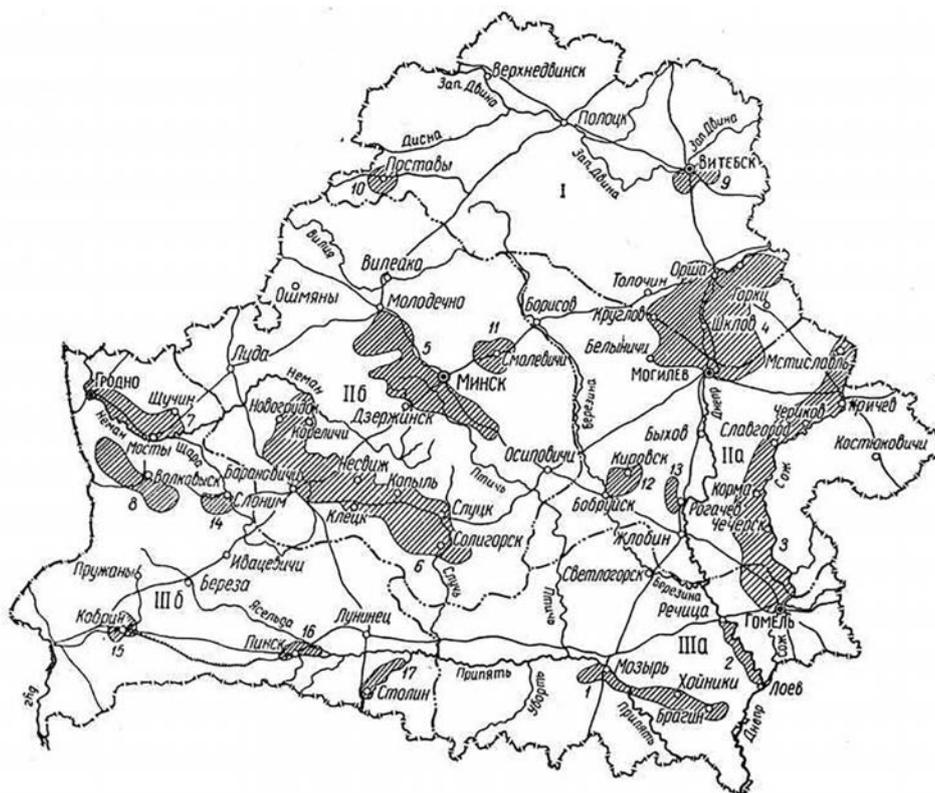


Экспедиция по отбору хозяйств для специализации по плодоводству, совхоз «Заболотье», Оршанский р-н, 1963 г.



Агропочвенно-биологическое обследование, колхоз «Прогресс», Гродненский р-н

Аркадий Сергеевич квалифицированно руководил актуальными агротехническими и биологическими исследованиями по дальнейшей интенсификации плодоводства на основе использования уплотненных садовых конструкций, рациональных систем формирования кроны и обрезки деревьев, содержания почвы, использования гербицидов при механизации садовых работ с учетом реакции плодовых растений на экологические условия жизни. В пяти совхозах им была организована производственная проверка высокоинтенсивного типа сада с узкорядной конструкцией и плоскостными кронами.



Районы перспективной концентрации промышленного плодоводства Беларуси: 1 – правобережье р. Неман; 2 – Волковысская возвышенность; 3 – Новогрудская возвышенность; 4 – Копыльская гряда, Барановичская и Столбцовская равнины; 5 – Минская возвышенность (юго-западная часть); 6 – Оршанская возвышенность и Оршанско-Могилевская равнина; 7 – Центральноберезинская равнина; 8 – правобережье р. Сож; 9 – Мозырская гряда; 10 – правобережье р. Днепр). Зоны плодоводства: I – северная; IIa – центральная, восточная часть; IIб – центральная, западная часть; IIIa – южная, восточная часть; IIIб – южная, западная часть. Границы зон: - - - - -



В саду по изучению садовых конструкций с Василием Афанасьевичем Резвяковым (справа), 1977 г.



Дом в Лошице, где жил Аркадий Сергеевич Девятов

Имя белорусского ученого-плодовода, профессора А. С. Девятова известно и признано международным научным сообществом. Свободно владея английским языком, он вел большую переписку с учеными многих стран, принимал участие в работе и выступал с докладами на международных конгрессах по садоводству, проходивших в Польше (1974), Австралии (1978), Германии (1982), Италии (1990), Японии (1994).

Аркадий Сергеевич увлекался фотосъемкой и со всех своих командировок привозил массу фотографий, касающихся развития плодоводства в этих странах, всегда готовил фоторепортаж.



Международный симпозиум. Е. Н. Седов (слева), В. Г. Трушечкин (в центре), В. В. Кичина (крайний справа рядом с А. С. Девятовым), Гамбург, 1982 г.



Научный центр плодовых в Нагано. Масароби Мията (слева) и Аркадий Сергеевич Девятов, Япония, 1994 г.

В начале 90-х годов прошлого столетия А. С. Девятов разработал «Программу и методику межгосударственных экологических опытов по оценке типов высокоплотных плодовых насаждений на слаборослых клоновых подвоях».

К участию в этом исследовании им было привлечено 35 учреждений из 13 стран ближнего и дальнего зарубежья. В научных учреждениях стран – участниц координационного совещания по единой методике были заложены опытные сады, включающие однострочную, двухстрочную и трехстрочную посадку деревьев яблони на карликовых подвоях.

Он сам руководил совместной программой, включенной в правительственное соглашение о научном сотрудничестве Республики Беларусь и Польши. Выполнение межгосударственной программы предполагало обеспечить начало плодоношения сада на 2–4-й год после посадки с урожайностью 10 т/га, повышение урожайности взрослого сада до 30 т/га, гарантировать ресурс плодоношения 300–400 т/га.

По инициативе А. С. Девятова для обсуждения предварительных результатов по совместным исследованиям в сентябре 1997 г. в Белорусском научно-исследовательском институте плодоводства был проведен международный симпозиум «Экологическая оценка высокоплотных насаждений на слаборослых клоновых подвоях», на котором было представлено 59 докладов и сообщений из 35 научных учреждений 11 стран Центральной и Восточной Европы.

Беларусь:

БНИИП – Девятов Аркадий Сергеевич, д-р с.-х. наук, проф., и сотрудники отдела технологии плодоводства;

БГОСХОС – Лукуть Тамара Фоминична;

ГЗНИИСХ – Кухта Петр Николаевич, канд. с.-х. наук.

Россия:

ВНИИСПК – Кудасов Юрий Львович, д-р с.-х. наук, Халекова Нина Ивановна, канд. с.-х. наук;

ВНИИС им. Мичурина – Муханин Виктор Григорьевич, д-р с.-х. наук, проф.

Украина:

ИС УААН – Бондаренко Павел Евгеньевич, канд. биол. наук, Омельченко Иван Климович, канд. с.-х. наук, Соболев Виктор Андреевич, канд. с.-х. наук;

Донецкий филиал ИС УААН – Стасюк Владимир Ионович, канд. с.-х. наук, Стасюк Анна Ивановна, канд. с.-х. наук, Данник Виктор Васильевич;

Сумский сельхозинститут – Бельский Алексей Иванович, канд. с.-х. наук;

Институт орошаемого садоводства УААН – Ключко Петр Владимирович, канд. с.-х. наук;

Млиевский институт садоводства им. Симиренко – Чупринюк Виктор Яковлевич, канд. с.-х. наук, Литвин Наталья Ивановна;



Участники координационного совещания по единой методике, Беларусь, февраль 1993 г.



В саду отдела технологии плодоводства с делегацией из Финляндии, 1993 г.



В саду отдела технологии плодоводства. Профессор Ф. Икеда, Япония (слева), профессор А. С. Девятов, Беларусь (в центре), профессор А. Садовский, Польша (справа), 3 мая 1995 г.

Уманский сельскохозяйственный институт – Заморский Владимир Васильевич, канд. с.-х. наук;
Приднестровская опытная станция института садоводства – Гомольский Михаил Иванович, канд. с.-х. наук, Сухолиткий Михаил Дмитриевич, канд. с.-х. наук.

Молдова:

НИСТНП – Даду Константин Яковлевич, канд. с.-х. наук.

Казахстан:

Казахский НИИ плодоводства – Раузин Евгений Густавович, д-р с.-х. наук.

Литва:

Литовский институт садоводства и овощеводства – Жика Виргилис Алгимантович, Усялис Нобертас Йонович, канд. с.-х. наук.

Польша:

Варшавская с.-х. академия – Садовский Анджей, д-р с.-х. наук, проф., Врона Дариуш, канд. с.-х. наук;

Познаньская с.-х. академия – Груца Збигнев, Новак Ярослав, магистр;

С.-х. академия в Люблине – Макош Эберхард, проф.

Он автор более 420 печатных работ, в том числе книг по плодоводству: «Плодовый сад», «Проектирование плодоводства», «Повышение качества плодовых деревьев и урожайности садов», «Орошение садов и ягодников», «Как правильно формировать и обрезать плодовые деревья и ягодные кусты», учебного пособия «Плодоводство» и др. Вместе с А. М. Толочко и П. И. Козловым является автором изобретения «Способ формирования обрастающих веток молодых плодовых деревьев» (а. с. № 807770).



Участники симпозиума:
П. В. Клочко, А. Бите, В. И. Бабук
в саду отдела технологии плодоводства, 1997 г.



Участники симпозиума
в саду отдела технологии плодоводства
(А. С. Девятов в центре), 1997 г.



С сотрудниками ВНИИСПК
в садах отдела технологии плодоводства



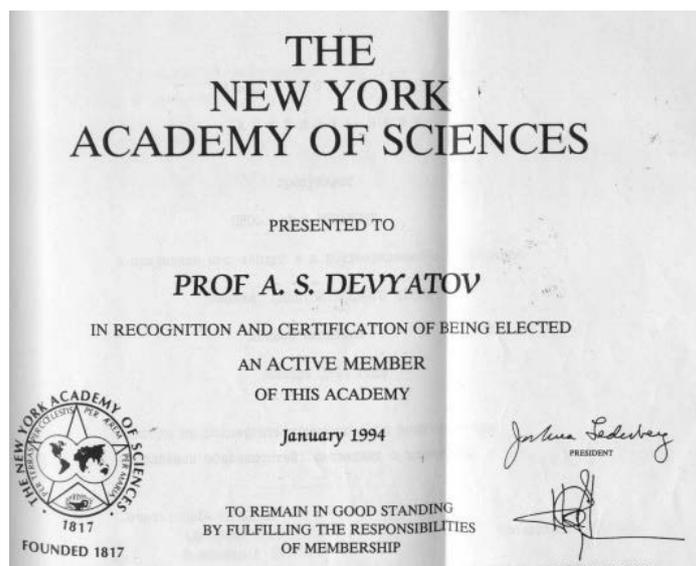
А. С. Девятов, И. С. Ильюкевич, В. Г. Муханин
в саду совхоза «Зубки»

Активная позиция А. С. Девятова в обсуждении научных проблем была вознаграждена его избранием членом различных структур и обществ. Он был членом Научно-технического совета Министерства сельского хозяйства СССР, экспертной группы ВАК при Совете Министров СССР, ученого совета Министерства сельского хозяйства БССР, координационного совета по плодоводству ВАСХНИЛ, бюро секции картофелеводства и плодовоовощеводства Западного отделения ВАСХНИЛ, правления и президиума Минской районной и правления республиканской организации общества «Знание», председателем первичной организации общества «Знание» БНИИКПО.

Он был избран действительным членом Американского общества садоводческой науки (1993), а в январе 1994 г. А. С. Девятову присвоено звание действительного члена Нью-Йоркской академии наук.

В своей жизни и научной работе Аркадий Сергеевич Девятов был честным и глубоко порядочным человеком. Его жизненной установкой было неукоснительное требование – не подвергать сомнению свою репутацию при исполнении обязанностей, связанных с высоким званием ученого. Это же он хотел видеть и в своих учениках, и в коллегах.

За время своей работы А. С. Девятов неоднократно награждался Почетными грамотами Верховного Совета БССР, Министерства сельского хозяйства Белорусской ССР, Академии аграрных наук Беларуси, был отличником социалистического сельского хозяйства. В 1966 г. награжден орденом «Знак почета». Его ратный труд во время Великой Отечественной войны отмечен орденом Красной Звезды, многими медалями, в том числе «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «За оборону Сталинграда», «50 лет Вооруженных Сил СССР», юбилейными медалями в честь годовщины победы над Германией (1965, 1968, 1975, 1978), медалью «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина», золотой, серебряной и бронзовой медалями ВДНХ СССР.



Документ, подтверждающий членство А. С. Девятова в Нью-Йоркской академии наук

А. С. Девятков – основоположник научной школы Республики Беларусь в области технологии плодоводства. Его отличала высокая трудоспособность, создавалось впечатление, а может так оно и было, что, потеряв на войне в боях своих сослуживцев, он работал за себя и «за того парня». Им подготовлено 23 аспиранта, большинство защитили кандидатские диссертации, многие работают в научно-исследовательских, учебных заведениях, продолжая воплощать в производство новые разработки, основа которым была заложена Аркадием Сергеевичем – русским по происхождению, но искренним патриотом Беларуси, посвятившим ей большую часть своей жизни.

Поступила в редакцию 24.03.2023

ПОТЕНЦИАЛ ЗИМОСТОЙКОСТИ ГИБРИДОВ ЯБЛОНИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ

С. А. ЯРМОЛИЧ, Г. М. МАРУДО

РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: yarmolich_sergeri@mail.ru, maryganna1957@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты изучения новых отборов яблони по важнейшим компонентам зимостойкости с использованием метода искусственного промораживания.

Выделены перспективные гибриды яблони – 2002-57/21 (Iedzenu св. оп.), 2002-57/43 (87-7/30 св. оп.), 2004-1/16-II (Reka св. оп.) и 2006-23/26-II (Надзейны св. оп.), сочетающие высокие уровни устойчивости по четырем компонентам зимостойкости. Эти формы уже в третьей декаде ноября способны выдерживать морозы в $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, в середине зимы развивать максимальную морозоустойчивость при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, восстанавливать морозоустойчивость после оттепелей в $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и переносить резкие перепады температуры до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (после оттепели и повторной закалки) на уровне стандартного высокозимостойкого сорта Антоновка обыкновенная. Выделенные гибриды являются ценным селекционным материалом при подборе родительских пар для создания новых сортов с заданными параметрами зимостойкости.

Ключевые слова: яблоня, гибрид, зимостойкость, режимы промораживания, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшая составляющая современного облика интенсивного садоводства – высокопродуктивные и устойчивые сорта с максимальной степенью реализации генотипа в конкретных почвенно-климатических условиях, способные адаптироваться в онтогенезе к меняющимся погодным условиям зоны возделывания, так как в последние годы четко проявляются изменения климата в закономерностях прохождения зимнего и весеннего периодов: наблюдаются аномально теплые зимы с высокой повторяемостью оттепелей и резкими перепадами температур, усилилось воздействие и частота поздневесенних заморозков. В связи с этим существующие сорта довольно быстро теряют свою ценность, а использование в селекции одних и тех же исходных форм может привести к получению генетически обедненного сортового материала. Поэтому возникает необходимость поиска новых источников и форм селектируемых признаков для повышения эффективности селекционного процесса.

Существующие методы ускоренной оценки зимо- и морозостойкости растений делятся на прямые и косвенные. В прямых методах используется непосредственное влияние отрицательных факторов зимнего периода на испытуемые объекты [1, 2]. Косвенные – основаны на определении свойств тканей или клеток, определяющих зимостойкость и коррелирующие с ней [3, 4]. Лабораторный метод прямого промораживания широко применяют при оценке зимостойкости растений, что позволяет осуществлять контроль за ходом процесса формирования морозостойкого состояния, оценивать уровни устойчивости растений после стрессового воздействия [5].

Цель исследований – оценка нового исходного материала для дальнейшей селекции и отбора передаваемых сортов на государственное сортоиспытание путем искусственного промораживания перспективных гибридов яблони.

ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в лабораторных условиях и коллекционных насаждениях отдела селекции плодовых культур РУП «Институт плодоводства» в 2021–2022 гг.

Объектом исследований являлись 12 перспективных гибридов яблони 2014 и 2016 г. посадки, размноженных на семенном подвое (Антоновка обыкновенная) по схеме посадки 4×2 м. Количество растений каждого образца – 5–10 шт.

Таблица 1. Повреждения тканей у гибридов яблони в лабораторных условиях при $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ в осенне-зимний период 2021–2022 гг., балл

Название образца	Кора	Древесина	Камбий	Сердцевина	Сосудисто-проводящие ткани	Почки
Антоновка обыкновенная (стандарт)	0	0	0	0	0	0
2002-57/21	0	0	0	0	0	0
2002-57/43	0	0	0	0	0	0
2002-58/19	0	0	0	0	1	1
2002-58/21	0	0	0	0	1	1
2002-63/18	0	0	0	0	0	0
2002-63/2	0	0	0	0	0	0
2002-64/70	0	0	0	0	1	1
2003-65/31	0	0	0	0	0	0
2004-1/16-II	0	0	0	0	0	0
2004-6/60-I	0	0	0	0	1	1
2005-16/1-I	0	0	0	0	1	1
2006-23/26-II	0	0	0	0	0	0

Гибриды получены с использованием исходных форм-носителей гена *Vf* (Liberty, Redkroft, VM 41497) и сортов яблони белорусской селекции (Дарунак, Пospех, Надзейны, Зорка). В качестве стандарта использовали высокозимостойкий сорт Антоновка обыкновенная.

Погодные условия осенне-зимнего периода 2020–2021 гг. были на уровне среднемноголетних наблюдений. В свою очередь, окончание осеннего периода (вторая и третья декада ноября) проходило в аномально теплых условиях – отклонение средней температуры от нормы варьировало в пределах 2,2–3,0 $^{\circ}\text{C}$. Начало зимы (первая и вторая декада декабря) в целом соответствовало климатической норме. Температурный режим с третьей декады декабря по первую декаду января был теплым, отклонение средней температуры от нормы варьировало в пределах 2,2 $^{\circ}\text{C}$. Самый продолжительный морозный период наблюдался со второй декады января – в течение 12 дней, температура воздуха колебалась от $-2,8$ до $-25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (17 января), а 7 февраля отмечено $-26,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В целом для зимнего периода были характерны частые оттепели различной продолжительности – от 3 до 8 дней с повышением температуры воздуха до $+0,9\dots+6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Общая продолжительность морозного периода составила 83 дня. В сложившихся погодных условиях осенне-зимнего периода 2021–2022 гг. подготовка растений к глубокому покою проходила в условиях повышенной средней фактической температуры воздуха в ноябре ($+3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$), отклонение средней температуры от нормы составило $+1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Начало зимы в декабре отмечено с отклонением от нормы ($-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$), фактическая температура месяца по данным наблюдений составила $-3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температурный режим в январе отмечен более теплым, так как норма среднемесячной температуры января составляла $-4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, а фактическая температура месяца по данным наблюдений была $-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, отклонение от нормы составило $+2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Самый продолжительный морозный период наблюдался со второй декады января – длительность составила 11 дней, температура воздуха колебалась от $-0,5$ до $-10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (19 января). В целом для зимнего периода были характерны частые оттепели различной продолжительности – от 4 до 10 дней с повышением температуры воздуха до $+0,5\dots+3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Общая продолжительность морозного периода составила 52 дня.

Исследования проводили согласно «Методике ускоренной оценки зимостойкости яблони с использованием прямого промораживания» [6].

Полевые учеты зимостойкости гибридов осуществляли согласно «Генетическим основам и методике селекции плодовых культур и винограда» [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Устойчивость растений к критическим температурам в осенне-зимний период является одним из важных компонентов зимостойкости.

По I компоненту зимостойкости проводилось изучение устойчивости гибридов яблони путем промораживания однолетних ветвей в начале декабря при температуре $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ после закалки при

–5 и –10 °С по 3 дня. В данный период растения могут повреждаться в условиях, способствующих затяжному росту и сильных ранних морозов. В результате исследований установлены подмерзания сосудисто-проводящих тканей и почек у гибридов 2002-58/19, 2002-58/21, 2002-64/70, 2004-6/60-I и 2005-16/1-I, а древесина и сердцевина вообще не имели повреждений (табл. 1).

Понижение температуры до –25 °С без малейшего повреждения исследуемых тканей (0 баллов) большинство исследуемых гибридов (60 %) перенесли на уровне стандартного сорта Антоновка обыкновенная.

Один из главенствующих показателей, определяющий возможность использования сорта в садовых насаждениях, – способность без повреждений переносить максимальное понижение температуры в зимний период. В работах ряда исследователей [5, 8, 9] указывается, что более 90 % из всех зимних повреждений также приходится на повреждения минимальными температурами в середине зимы.

При изучении II компонента зимостойкости сопоставили влияние низких температур (–40 °С) при искусственном промораживании с данными, полученными в полевых условиях при –26,1 °С. Установлено, что при снижении температуры до –40 °С в лабораторных условиях повреждения коры варьировали от 1 до 7 баллов в зависимости от образца яблони. У 42 % изучаемых отборов подмерзание коры не превысило 1 балла как в полевых, так и в искусственных условиях. Наблюдалось повреждение коры до 5 баллов у гибридов 2002-63/18, 2002-63/2, 2003-65/31, 2005-16/1-I в лабораторных условиях (–40 °С), а в полевых при –26,1 °С – до 1 балла. Почкам и сосудисто-проводящим тканям присуща наибольшая степень глубокого переохлаждения в период максимального минимума при –40 °С, их повреждения наблюдались у гибридов 2002-58/21, 2002-64/70 и 2004-6/60-I в полевых условиях до 3 баллов, а в искусственных – до 7 (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительная оценка повреждений тканей у гибридов яблони при –40 °С в лабораторных условиях 2021–2022 гг. и в естественных условиях после –26,1 °С в 2021 г., балл

Название образца	Наблюдения	Кора	Древесина	Камбий	Сердцевина	Сосудисто-проводящие ткани	Почки
Антоновка обыкновенная (стандарт)	лабораторные	1	1	1	1	1	1
	полевые	0	0	0	0	0	0
2002-57/21	лабораторные	1	1	1	1	1	1
	полевые	0	0	0	0	1	0
2002-57/43	лабораторные	1	1	1	1	1	1
	полевые	0	0	0	0	1	0
2002-58/19	лабораторные	1	3	3	3	5	5
	полевые	1	1	1	1	1	1
2002-58/21	лабораторные	7	3	7	3	7	7
	полевые	3	1	3	1	3	3
2002-63/18	лабораторные	5	1	5	1	5	5
	полевые	1	1	1	1	1	1
2002-63/2	лабораторные	5	5	5	3	5	5
	полевые	1	1	1	1	1	1
2002-64/70	лабораторные	7	7	7	7	7	7
	полевые	3	3	3	3	3	3
2003-65/31	лабораторные	5	5	5	5	5	5
	полевые	1	1	1	1	1	1
2004-1/16-II	лабораторные	1	1	1	1	1	1
	полевые	0	0	0	0	1	0
2004-6/60-I	лабораторные	7	1	7	1	7	7
	полевые	3	1	3	1	3	3
2005-16/1-I	лабораторные	5	1	5	1	5	5
	полевые	1	1	1	1	1	1
2006-23/26-II	лабораторные	1	1	1	1	1	1
	полевые	0	0	0	0	1	0

У 42 % изучаемых отборов наблюдалось подмерзание сосудисто-проводящих тканей и почек коры до 5 баллов – в лабораторных условиях и до 1 балла – в полевых. Наибольшей устойчивостью сосудисто-проводящих тканей и почек с незначительным повреждением до 1 балла в этот период как в полевых, так и в искусственных условиях характеризовались гибриды 2002-57/21, 2002-57/43, 2004-1/16-II и 2006-23/26-II, что соответствует уровню стандартного сорта Антоновка обыкновенная.

Высокая морозостойкость сердцевины и древесины (повреждения не более 1 балла) отмечена у большинства изученных образцов. Установлено, что кора, древесина и сердцевина у преобладающей части изученных образцов яблони развивают более высокую устойчивость к морозам в состоянии глубокого покоя, чем сосудисто-проводящие ткани, камбий и почки.

По III компоненту зимостойкости исследования гибридов яблони проводили в феврале. Для этого перед промораживанием в камерах искусственного климата моделировали оттепель с температурой +2 °С. Искусственное промораживание проводили при температуре –25 °С. Выявлены несущественные различия между формами по способности сохранять устойчивость к резким перепадам температуры после оттепелей. Снижение температуры до –25 °С после оттепели в +2 °С в течение 3 дней не привело к значительному подмерзанию тканей однолетних ветвей. Высокой морозостойкостью (0 баллов) обладали ткани коры, древесины и сердцевины у большинства изученных исходных форм (табл. 3).

Исключительной особенностью III компонента зимостойкости являются незначительные повреждения сосудисто-проводящих тканей и почек (не более 1 балла) только у гибридов 2002-57/43, 2002-58/19, 2002-63/18, 2002-64/70, 2003-65/31, 2004-6/60-I и 2005-16/1-I. Максимальное повреждение сосудисто-проводящих тканей, камбия и почек (не более 3 баллов) отмечено у гибрида 2002-58/21.

Таблица 3. Повреждения тканей у гибридов яблони в лабораторных условиях при –25 °С при повторной закалке после оттепели в 2021–2022 гг., балл

Название образца	Кора	Древесина	Камбий	Сердцевина	Сосудисто-проводящие ткани	Почки
Антоновка обыкновенная (стандарт)	0	0	0	0	0	0
2002-57/21	0	0	0	0	0	0
2002-57/43	0	0	0	0	1	0
2002-58/19	0	0	0	0	1	0
2002-58/21	0	0	3	0	3	3
2002-63/18	0	0	0	0	1	1
2002-63/2	0	0	0	0	0	0
2002-64/70	0	0	1	0	1	1
2003-65/31	0	1	1	1	1	1
2004-1/16-II	0	0	0	0	0	0
2004-6/60-I	1	1	1	1	1	1
2005-16/1-I	0	0	0	0	1	1
2006-23/26-II	0	0	0	0	0	0

Под влиянием зимне-весенних оттепелей в состоянии вынужденного покоя растение частично теряет свою устойчивость и повреждается внезапными слабыми морозами. Но при постепенном снижении температуры после оттепели морозостойкость тканей до известной степени восстанавливается [3].

По IV компоненту зимостойкости оценку изучаемых форм яблони проводили в марте методом искусственного промораживания однолетних ветвей при температуре –30 °С после искусственно смоделированной оттепели (+2 °С) и повторной закалки при –5 и –10 °С по 3 дня.

Выявлены несущественные различия между образцами по способности восстанавливать морозостойкость после оттепели. Как следует из приведенных в табл. 4 данных, у большинства

изучаемых образцов при -30°C , после оттепели и повторной закалки, не отмечено повреждений коры, камбия, древесины, сердцевины и почек, наблюдалась высокая устойчивость к подмерзанию.

Таблица 4. Повреждения тканей у гибридов яблони в лабораторных условиях при -30°C после оттепели в 2021–2022 гг., балл

Название образца	Кора	Древесина	Камбий	Серцевина	Сосудисто-проводящие ткани	Почки
Антоновка обыкновенная (стандарт)	0	0	0	0	0	0
2002-57/21	0	0	0	0	0	0
2002-57/43	0	0	0	0	0	0
2002-58/19	0	0	0	0	0	0
2002-58/21	0	0	0	0	1	1
2002-63/18	0	0	0	0	0	0
2002-63/2	0	0	0	0	0	0
2002-64/70	0	0	1	1	1	1
2003-65/31	0	0	0	0	1	1
2004-1/16-II	0	0	0	0	0	0
2004-6/60-I	0	0	0	0	1	1
2005-16/1-I	0	0	0	0	1	1
2006-23/26-II	0	0	0	0	0	0

Незначительные подмерзания сосудисто-проводящих тканей и почек (не более 1 балла) отмечены у гибридов 2002-58/21, 2003-65/31, 2004-6/60-I, 2005-16/1-I, а также камбия и сердцевины только у отбора 2002-64/70.

В результате проведенных исследований оценены перспективные гибриды яблони, обладающие высокой устойчивостью по основным компонентам зимостойкости. Гибриды отечественной селекции 2002-57/21 (Iedzenu св. оп.), 2002-57/43 (87-7/30 св. оп.), 2004-1/16-II (Reka св. оп.) и 2006-23/26-II (Надзейны св. оп.) сочетают в своем генотипе высокие уровни устойчивости по всем важнейшим компонентам зимостойкости. Эти формы уже в третьей декаде ноября способны выдерживать морозы в -25°C , в середине зимы развивать максимальную морозоустойчивость при -40°C , восстанавливать морозоустойчивость при снижении температуры до -25°C (после оттепелей в $+2^{\circ}\text{C}$), переносить резкие перепады температуры до -30°C (после оттепели и повторной закалки) при незначительных повреждениях тканей однолетних ветвей, как и стандартный высокозимостойкий сорт Антоновка обыкновенная.

Высокий уровень устойчивости по I, III и IV компонентам зимостойкости показали 92 % отборов. Данным образцам в осенне-зимний период свойственно выдерживать морозы до -25°C , восстанавливать морозоустойчивость при снижении температуры до -25°C (после оттепелей в $+2^{\circ}\text{C}$), переносить резкие перепады температуры до -30°C (после оттепели и повторной закалки) на уровне стандартного сорта-эталона высокой зимостойкости.

Недостаточной устойчивостью по II и III компонентам зимостойкости характеризовался гибрид 2002-58/21.

Таким образом, выделенные формы с высоким генетическим потенциалом устойчивости по важнейшим компонентам зимостойкости являются ценным селекционным материалом при подборе родительских пар для создания новых сортов с заданными параметрами зимостойкости.

ВЫВОДЫ

Выделены лучшие отборы – 2002-57/21 (Iedzenu св. оп.), 2002-57/43 (87-7/30 св. оп.), 2004-1/16-II (Reka св. оп.) и 2006-23/26-II (Надзейны св. оп.), способные сочетать в своем генотипе высокие уровни устойчивости по важнейшим компонентам зимостойкости. Эти формы уже в третьей декаде ноября способны выдерживать морозы -25°C , в середине зимы развивать максимальную

морозоустойчивость при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, восстанавливать морозоустойчивость при снижении температуры до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (после оттепелей в $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$), переносить резкие перепады температуры до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (после оттепели и повторной закалки) при незначительных повреждениях тканей однолетних ветвей, как и стандартный высокозимостойкий сорт Антоновка обыкновенная.

В естественных условиях при $-26,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в феврале 2021 г. все исследованные образцы проявили устойчивость к холодным стрессам данного периода.

Выделенные перспективные отборы с высоким генетическим потенциалом устойчивости по важнейшим компонентам зимостойкости являются ценным селекционным материалом при подборе родительских пар для создания новых сортов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кашин, В. И. Научные основы адаптивного садоводства / В. И. Кашин. – М. : Колос, 1995. – 293 с.
2. Кичина, В. В. Селекция плодовых и ягодных культур на высокий уровень зимостойкости / В. В. Кичина. – М. : [б. и.], 1999. – 126 с.
3. Резвякова, С. В. Использование метода искусственного промораживания на разных этапах селекционного процесса яблони : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / С. В. Резвякова ; Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства. – М., 1996. – 24 с.
4. Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях : метод. указания / Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства ; авт.-сост.: М. М. Тюрина [и др.] ; под ред. В. И. Кашина. – М. : ВСТИСП, 2002. – 120 с.
5. Тюрина, М. М. Методика оценки зимостойкости садовых растений в контролируемых условиях / М. М. Тюрина, И. М. Куликов // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. тр. / Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства ; редкол.: И. М. Куликов (гл. ред.) [и др.]. – М., 2006. – Т. 16. – С. 11–17.
6. Козловская, З. А. Методика ускоренной оценки зимостойкости яблони с использованием прямого промораживания / З. А. Козловская, С. А. Ярмолич, Г. М. Марудо // Плодоводство : науч. тр. / РУП «Ин-т плододства» ; редкол.: В. А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2008. – Т. 20. – С. 265–276.
7. Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда / З. А. Козловская [и др.] ; под общ. ред. З. А. Козловской. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 249 с.
8. Ефимова, Н. В. Ранняя диагностика зимостойкости в селекции яблони : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Н. В. Ефимова ; ВАСХНИЛ, Отд-ние по Нечернозем. зоне РСФСР, Науч.-исслед. зон. ин-т садоводства Нечернозем. полосы. – М., 1984. – 26 с.
9. Квамме, Х. А. Селекция и отбор плодовых растений умеренного климата на морозостойкость / Х. А. Квамме // Холодостойкость растений / пер. с англ. Г. Н. Зверева, М. М. Тюрина ; ред. и предисл. Г. А. Самыгин. – М. : Колос, 1983. – С. 244–261.

WINTER HARDINESS POTENTIAL OF APPLE HYBRIDS OF DOMESTIC SELECTION

S. A. YARMOLICH, G. M. MARUDO

Summary

The article presents the results of the study of new selections of apple trees in terms of the most important components of winter hardiness using the method of artificial freezing.

Promising apple hybrids have been identified – 2002-57/21 (Iedzenu open pollination), 2002-57/43 (87-7/30 o. p.), 2004-1/16-II (Reka o. p.) and 2006-23/26-II (Nadzeyny o. p.), combining high levels of resistance to four components of winter hardiness. These forms of hybrids are able to withstand frosts to $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ already in the third decade of November, develop maximum frost resistance at $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ in the middle of winter, restore frost resistance after thaws of $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ and endure sudden temperature changes to $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (after thawing and rehardening) at the level of the standard highly winter-hardy Antonovka common variety. The selected hybrids represent a valuable breeding material in terms of the selection of parental pairs to create new varieties with given winter hardiness parameters.

Keywords: apple tree, hybrid, winter hardiness, freezing regimes, Belarus.

Поступила в редакцию 20.03.2023

РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ОДНОШТАМБОВЫХ И ДВУХШТАМБОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ КОЛОННОВИДНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ

Т. П. ГРУШЕВА, В. А. ЛЕВШУНОВ, М. Ю. ГАНУСЕНКО, С. В. ЛЕЛЕС

*РУП «Институт плодородства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

Исследования проводили в 2021–2022 гг. в отделе питомниководства РУП «Институт плодородства». В статье отражены результаты изучения биологических особенностей роста, развития и урожайности растений колонновидных сортов яблони в зависимости от типа выращенных саженцев.

Установлены существенные различия по количеству плодовых образований у деревьев в зависимости от варианта формировки. Наибольшее количество плодовых образований отмечено в варианте «двухштамбовая формировка» у деревьев сортов Валюта, Гирлянда и Созвездие, причем у отмеченных сортов их закладывалось в 1,9–2,1 раза больше, чем в контрольном варианте «одноштамбовая формировка».

У деревьев всех изучаемых сортов наблюдали взаимосвязь урожайности с количеством сформировавшихся плодовых образований. Наибольшая средняя урожайность с дерева получена у сортов Созвездие, Валюта, Гирлянда в варианте «двухштамбовая формировка» – 3,0–5,6 кг/дер.

Ключевые слова: яблоня, колонновидный сорт, рост, развитие, плодовые образования, урожайность, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время садоводство развивается очень динамично. Идет быстрая замена сортов, подвоев, способов выращивания посадочного материала.

С развитием плодородства используются различные садовые конструкции и схемы. Существует огромное разнообразие видов крон плодовых деревьев: шпindelбуш (веретеновиднокустовидная крона), шпindel, вертикальный кордон, или супершпindel, французская ось (пиллар), разные виды кордонов, канделябровая, солакс, бибаум и многие другие [1, 2].

В садах интенсивного типа все шире используется форма «бибаум», особенностью которой является наличие двух центральных проводников. Эта форма – оптимальное решение для формирования высокопродуктивной плодовой стены, улучшения светового режима кроны. Положительные моменты в том, что формирование двух независимых друг от друга сильных побегов не приводит к излишнему интенсивному росту дерева, а стимулирует более быстрое вступление в пору плодоношения, а это одна из первоочередных целей в интенсивном саду. Практика показывает, что благодаря конструкции «бибаум» снижается периодичность плодоношения [3, 4].

Особый интерес представляют колонновидные формы яблони. Колонновидные яблони являются компактами, растущими в один ствол, который обрастает кольчатками и копьцами. Важными биологическими особенностями колонновидных сортов являются: компактность, способность закладывать большое количество генеративных почек на однолетних приростах, что обуславливает их скороплодность и высокую урожайность в высокоплотных насаждениях [5, 6].

Исследования по изучению колонновидных сортов яблони в Беларуси начаты нами в 2005 г. Получены положительные результаты по выращиванию колонновидных сортов яблони в беспересадочной культуре. Они удобны для ухода, скороплодны и обеспечивают получение высоких урожаев качественных плодов. Разработан технологический регламент беспересадочного возделывания колонновидных сортов яблони [7–10].

Изученные нами в питомнике саженцы колонновидных сортов по типу «бибаум» к моменту выкопки полностью сформировывают небольшое количество цветковых почек, что обеспечивает их скороплодность в саду [11].

Однако дальнейшие исследования, направленные на изучение привойно-подвойных комбинаций колонновидных сортов в зависимости от выращенного в питомнике типа саженца, не проводили.

Цель исследований – выявить особенности роста, развития и урожайность одноштабковых и двухштабковых деревьев колонновидных сортов яблони.

УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили на опытном участке отдела питомниководства РУП «Институт плодородства» в 2021–2022 гг.

Объектами исследований являлись колонновидные сорта яблони Валюта (селекции ФГБНУ ВСТИСП, Москва), Гирлянда, Созвездие (селекции ФГБНУ ВНИИСПК, Орел), подвой 54-118 (селекции Мичуринского ГАУ, Мичуринск).

Характеристика подвоя 54-118 – полукарликовый, зимостойкость высокая, не поражается мучнистой росой и относительно устойчив к парше, обеспечивает хорошее закрепление в почве.

Варианты по формировке колонновидных сортов яблони:

- 1) одноштабковая формировка (контроль);
- 2) двухштабковая формировка, получаемая окулировкой 2 глазками;
- 3) двухштабковая формировка, получаемая окулировкой 1 глазком и кронированием окулянта в первый год на высоте 15 см от места прививки.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на мощном легком лессовидном суглинке, подстилаемым с глубины 1,7–2,0 м моренным суглинком. Мощность пахотного горизонта – 27 см.

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка: рН 5,5; гумус – 3,35 %; P₂O₅ – 185,17 мг/кг; K₂O – 240,59; Mn – 2,1; Zn – 5,9; Cu – 2,74; B – 0,53 мг/кг.

Схема посадки – 1,0 × 0,5 м. Окулировка проведена в августе 2018 г., высота окулировки – 20 см от поверхности почвы.

Повторность опытов трехкратная, по 30 растений в варианте.

Уход за насаждениями в соответствии с технологическим регламентом беспересадочного возделывания колонновидных сортов яблони [9].

Исследования проводили в течение вегетационного периода путем полевых учетов согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999) [12] и «Методике изучения клоновых подвоев в Прибалтийских республиках и Белорусской ССР» (Елгава, 1980) [13].

В конце вегетации измеряли высоту и диаметр штамба растений.

Определение степени вызревания побегов проводили в конце вегетации по 5-балльной шкале.

Статистическую обработку данных осуществляли методом однофакторного дисперсионного анализа [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных нами исследований в период вегетационных сезонов 2021–2022 гг. выявлены существенные различия между изученными колонновидными сортами и вариантами по особенностям роста и плодоношения.

Биологическое обследование растений подтверждает, что для изучаемых сортов колонновидной яблони характерна компактность деревьев, а сила роста сортов варьирует. При определении силы роста растений колонновидных сортов яблони установлено, что наибольшее влияние на их параметры оказывали сортовые особенности привойного компонента (самыми сильнорослыми были деревья сорта Валюта). Высота растений сорта Валюта составила 213,3–235,0 см в контрольном варианте «одноштабковая формировка» и варианте «двухштабковая формировка». Деревья сорта Созвездие в этих вариантах имели высоту 168,0–182,0 см (см. таблицу).

**Показатели роста, развития и урожайность растений колонновидной яблони в разных вариантах
(2021–2022 гг.)**

Вариант	Высота растений (2022), см	Диаметр штамба (2022), см	Количество плодовых образований (за 2022), шт.	Количество плодов (среднее за 2021–2022), шт.	Урожайность, кг/дер.		
					2021	2022	средняя за 2021–2022
Валюта							
Одноштамбовая формировка (контроль)	235,0	3,2	62	19,0	1,6	4,0	2,8
Двухштамбовая формировка	213,3	2,8	121	31,0	1,8	7,5	4,6
Двухштамбовая формировка (кронирование)	175,0	2,3	92	16,0	0,9	3,9	2,4
НСР _{0,05}	7,71	0,27	13,4	–	0,76	1,12	0,98
Гирлянда							
Одноштамбовая формировка (контроль)	178,0	3,4	85	26,0	2,0	5,5	3,8
Двухштамбовая формировка	200,0	3,3	167	39,0	2,3	8,9	5,6
Двухштамбовая формировка (кронирование)	162,0	2,8	95	20,7	1,8	4,1	3,0
НСР _{0,05}	6,22	0,24	12,9	–	0,34	2,01	1,11
Созвездие							
Одноштамбовая формировка (контроль)	168,0	3,5	60	14,5	1,9	2,7	2,3
Двухштамбовая формировка	182,0	3,2	126	19,0	2,2	3,8	3,0
Двухштамбовая формировка (кронирование)	135,0	2,5	85	15,0	1,9	2,9	2,4
НСР _{0,05}	9,14	0,27	15,6	–	0,27	0,57	0,34

Наименьшая высота растений отмечена в варианте «двухштамбовая формировка» путем кронирования окулянта, к концу вегетационного сезона 2022 г. высота деревьев изучаемых сортов составила 135,0–175,0 см.

Установлены существенные различия по диаметру штамба растений в зависимости от варианта формировки. В варианте «двухштамбовая формировка путем кронирования окулянта» отмечены растения с меньшим диаметром штамба (2,3–2,8 см) в сравнении с контрольным вариантом (3,2–3,5 см).

Скороплодность сорта определяется не только сроком вступления в плодоношение, но и темпами нарастания урожайности. Поэтому скороплодность сорта определяется двумя показателями – сроком получения первого урожая плодов и продуктивностью в молодом возрасте.

Определяющим признаком в формировании скороплодности и продуктивности колонновидных сортов яблони является их способность закладывать цветковые почки на однолетнем приросте.

За годы исследований урожайность колонновидных сортов зависела как от интенсивности цветения, так и от погодных условий, складывающихся во время и после цветения. Вегетационные периоды 2021–2022 гг. (период цветения и завязывания плодов) складывались благоприятно для всех сортов. Период распускания начинался с набухания почек в третьей декаде апреля и заканчивался началом роста побегов (для ростовых почек) и цветением (для плодовых почек).

Установлены существенные различия по количеству плодовых образований у деревьев в зависимости от варианта формировки. Наибольшее количество плодовых образований отмечено в варианте «двухштамбовая формировка» у деревьев сортов Валюта, Гирлянда и Созвездие, причем у отмеченных сортов их закладывалось в 1,9–2,1 раза больше, чем в контрольном варианте «одноштамбовая формировка».

В 2021 г., на 3-й год после посадки, наибольшую урожайность с дерева отмечали в варианте «двухштамбовая формировка»: Валюта – 1,8 кг/дер.; Гирлянда – 2,3; Созвездие – 2,2 кг/дер. В 2022 г., на 4-й год после посадки, отмечали ту же закономерность формирования большего количества урожая в варианте «двухштамбовая формировка»: Валюта – 7,5 кг/дер.; Гирлянда – 8,9; Созвездие – 3,8 кг/дер. с достоверной разницей с контрольным вариантом и вариантом «двухштамбовая формировка путем кронирования окулянта». В среднем за два года исследований не отмечали достоверных различий по урожайности между контрольным вариантом и вариантом «двухштамбовая формировка путем кронирования окулянта».

Однако вариант «двухштабная формировка» по урожайности достоверно превосходил контрольный вариант «одноштабная формировка» и вариант «двухштабная формировка путем кронирования окулянта». В среднем за два года наибольший урожай с дерева был получен у сортов Созвездие, Валюта, Гирлянда в варианте «двухштабная формировка» – 3,0; 4,6 и 5,6 кг/дер. соответственно.

У растений всех изучаемых сортов наблюдали взаимосвязь урожайности с количеством сформировавшихся плодовых образований.

Общее состояние растений является важным показателем сравнительной хозяйственно-биологической оценки сортов, в котором отражается их реакция на условия произрастания и степень приспособленности к природным условиям конкретного района.

Общее состояние растений сортов Валюта, Созвездие, Гирлянда во всех вариантах отмечено в 5 баллов. Деревья имели отличное состояние, здоровый вид, рост идет со всех верхушечных почек, облиственность и прирост нормальные.

Одной из причин подмерзания растений, особенно верхушек, считается незаконченность роста. Результаты анализа показывают, что за годы исследований (2021–2022) деревья всех изучаемых сортов во всех вариантах характеризовались законченным ростом побегов и их вызревaniem, верхушечная почка сформировалась, верхушка побега одревеснела.

В период вегетации во всех вариантах опыта проведена фитопатологическая оценка растений колонновидных сортов. Все сорта характеризовались устойчивостью к комплексу наиболее распространенных грибных заболеваний – парша и мучнистая роса – на фоне проведенных необходимых защитных мероприятий.

ВЫВОДЫ

Установлены существенные различия по количеству плодовых образований у растений в зависимости от варианта формировки. Наибольшее количество плодовых образований отмечено в варианте «двухштабная формировка» у деревьев сортов Валюта, Гирлянда и Созвездие, причем у отмеченных сортов их закладывалось в 1,9–2,1 раза больше, чем в контрольном варианте «одноштабная формировка».

У деревьев всех изучаемых сортов наблюдали взаимосвязь урожайности с количеством сформировавшихся плодовых образований.

Наибольший средний урожай с дерева был получен у сортов Созвездие, Валюта, Гирлянда в варианте «двухштабная формировка» – 3,0–5,6 кг/дер.

При определении силы роста растений колонновидных сортов яблони установлено, что наибольшее влияние на их параметры оказывали сортовые особенности привойного компонента, самыми сильнорослыми были деревья сорта Валюта, высота которых составила 213,3–235,0 см в контрольном варианте «одноштабная формировка» и варианте «двухштабная формировка».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Девятков, А. С. Как правильно формировать и обрезать плодовые деревья и ягодные кусты / А. С. Девятков. – Минск : Ураджай, 1995. – 208 с.
2. Трусевич, Г. В. Интенсивное садоводство / Г. В. Трусевич. – М. : Россельхозиздат, 1978. – 204 с.
3. Vivai Mazzoni S. p. A. (Ferrara, Italy) [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.mazzonigroup.com>. – Date of access: 15.03.2017.
4. Козловская, З. А. Состояние и развитие садоводства в области Италии Эмилия-Романья (обзор) / З. А. Козловская // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2016. – Т. 28. – С. 425–449.
5. Качалкин, М. В. Использование колонновидной яблони в суперинтенсивных насаждениях / М. В. Качалкин // Состояние и перспективы селекции плодовых культур : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию со дня рождения Г. К. Коваленко, Самохваловичи, 21–24 авг. 2001 г. / Белорус. науч.-исслед. ин-т плодоводства; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2001. – С. 78–80.
6. Савельева, Н. Н. Яблоня колонновидная (биология, генетика, селекция) / Н. Н. Савельева, И. Н. Савельев. – Мичуринск-научоград РФ : Мичуринск, 2012. – 120 с.

7. Грушева, Т. П. Продуктивность колонновидных сортов яблони селекции ВСТИСП в условиях Республики Беларусь / Т. П. Грушева, В. А. Самусь // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. работ / Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства ; редкол.: И. М. Куликов (гл. ред.) [и др.]. – М., 2012. – Т. 31. – Ч. 1. – С. 123–129.

8. Грушева, Т. П. Производственно-биологические особенности колонновидных сортов яблони в условиях Беларуси / Т. П. Грушева, В. А. Самусь // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2014. – Т. 26. – С. 35–47.

9. Грушева, Т. П. Технологический регламент беспересадочного возделывания колонновидных сортов яблони / Т. П. Грушева, В. А. Самусь // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2014. – Т. 26. – С. 48–56.

10. Грушева, Т. П. Оценка сорто-подвойных комбинаций колонновидных сортов яблони / Т. П. Грушева, В. А. Самусь // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2011. – Т. 23. – С. 53–59.

11. Грушева, Т. П. Особенности развития саженцев различного типа колонновидных сортов яблони / Т. П. Грушева, В. А. Самусь, В. А. Левшунов // Плодоводство : сб. науч. тр. / Ин-т плодоводства ; редкол.: А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – Т. 33. – С. 32–39.

12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигадло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

13. Методика изучения клоновых подвоев в Прибалтийских республиках и Белорусской ССР / ред. И. Коченова. – Елгава : ЛСХА, 1980. – 59 с.

14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF ONE-STEM AND TWO-STEM TREES OF COLUMN-LIKE APPLE VARIETIES

T. P. GRUSHEVA, V. A. LEVSHUNOV, M. YU. GANUSENKO, S. V. LELES

Summary

The studies were carried out in 2021–2022 in the Nursery Growing Department of RUE “Institute of Fruit Growing”. The article describes the research results on the biological characteristics of the growth, development and yield of plants of column-like apple varieties based on the type of the grown seedlings.

Significant differences were found in terms of the number of fruit formations in trees depending on the variant of formation. The largest number of fruit formations was noted in the “two-stem formation” variant in the trees of the Valuta, Girlyanda, Sozvezdie varieties, moreover in all the marked varieties they were laid 1.9–2.1 times more than the figure for the control variant of “one-stem formation”.

A correlation was observed between yield and the number of formed fruit formations in trees of all varieties studied. The highest average yield per tree was obtained in the Sozvezdie, Valuta, Girlyanda varieties in the “two-stem formation” variant – 3.0–5.6 kg/tree.

Keywords: apple tree, column-like variety, growth, development, fruit formations, yield, Belarus.

Поступила в редакцию 07.04.2023

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛИРУЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТОВАРНУЮ УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЯБЛОНИ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

М. Е. РУЛИНСКАЯ¹, В. В. ВАСЕХА²

¹РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси»,
ул. Академическая, 21, г. Щучин, Гродненская область, 231513, Беларусь,
e-mail: marina.oreshko.91@mail.ru

²РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: witalij_waseha@tut.by

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся данные об эффективности проведения регулирующих мероприятий на белорусских сортах яблони в разные сроки. Установлено, что проведение регулирующих мероприятий по химическому и ручному прореживанию завязи способствует росту средней массы плода и увеличению выхода товарного яблока. На всех сортах достаточно эффективным оказалось ручное нормирование завязи. В 1-й срок (67 ВВСН) проведения прореживания завязи наибольший эффект на урожайность яблок высшей товарной категории на сортах Белорусское сладкое и Память Сюбаровой был достигнут от внесения хлорэтилфосфоновой кислоты в концентрациях 0,03 и 0,06 % и α -нафтилуксусной кислоты в концентрации 0,003 %; на сорте Имант – применение 0,03- и 0,06%-ного раствора ХЭФК и 0,003%-ной α -НУК, на Алесе – использование ХЭФК в концентрации 0,06 % и α -НУК – 0,003 %. Во 2-й срок (71 ВВСН) проведения регулирующих мероприятий наибольший выход товарного яблока получен на сортах Белорусское сладкое и Память Сюбаровой в вариантах с применением раствора α -НУК в концентрации 0,003 %; для сортов Имант и Алесе – внесение ХЭФК и α -НУК в концентрации 0,06 и 0,003 % соответственно.

Ключевые слова: яблоня, сорт, прореживание завязи, урожайность, товарность, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

При выращивании плодовых культур по современным интенсивным технологиям получение высокотоварной конкурентоспособной продукции садоводства приобретает первоочередное значение, поскольку определяет экономическую стабильность производителей. В годы обильного цветения на сортах с высоким коэффициентом завязываемости развиваются мелкие плоды низкого качества, что приводит к удешевлению продукции, снижению спроса и, как следствие, значительным экономическим убыткам. Способствовать получению ежегодных урожаев с высоким качеством плодов может нормирование нагрузки деревьев, которое позволит сбалансировать процессы роста, плодоношения и закладки плодовых почек. Поэтому, чтобы быть конкурентоспособными, производители должны применять различные приемы, которые увеличивают процент товарных яблок [1, 2].

Решающим условием получения стабильно высоких урожаев с высокими товарными характеристиками является прореживание завязи вручную и различными химическими препаратами, что приводит к улучшению питания оставшихся плодов и закладке генеративных почек под урожай следующего года, выравнивает плодоношение, повышает урожайность насаждений и уменьшает непроизводительные затраты. Помимо этого, прореживание способствует лучшей окраске плодов, уменьшает вероятность поломки частей дерева урожаем, а также предотвращает ослабление дерева [3, 4].

Ручное прореживание обеспечивает получение хороших результатов, однако это очень трудоемкий и дорогостоящий процесс, поэтому наиболее перспективным для садоводства является химическое прореживание завязи. Анализ литературных источников указывает на тесную связь между временем прореживания и его влиянием, но не дает полной картины по срокам проведения мероприятий и по применяемым химическим препаратам [5].

Изучение опыта в странах с развитым интенсивным садоводством показывает, что данный вид прореживания плодов необходимо проводить до июньского естественного опадения завязи –

через 3 дня после опадения 80 % лепестков. Однако некоторые ученые рекомендуют проводить прореживание плодов, когда завязь в центральном (королевском) цветке достигает 10–11 мм. Многие авторы подчеркивают сильные различия в самом действии препаратов, продолжительности их действия и концентраций в зависимости от сорта, возраста, состояния дерева, а также метеорологических условий их выращивания. И при всем том доказано, что все же современное выращивание плодов, получение стабильных, качественных урожаев немыслимо без применения регулирующих веществ [6–8].

Анализ литературных источников не дает полной картины по срокам проведения мероприятий и по применяемым препаратам. Поэтому актуальным остается вопрос изучения сроков, приемов и концентраций внесения регулирующих веществ применительно к условиям Беларуси для белорусского промышленного сорта яблони.

Цель исследований – выделение наиболее эффективных приемов и концентрации препаратов для регулирования продуктивности яблони, способствующих получению урожаев высококачественной товарной продукции.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в саду РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси» в 2021–2022 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная, подстилая с глубины 0,7 м моренным суглинком. Агротехническая характеристика пахотного слоя: pH 5,0–5,1, гумус – 1,61 %, содержание P₂O₅ – 279–322 мг/кг почвы, K₂O – 191–226 мг/кг почвы.

Объектом исследований являлись сорта яблони Белорусское сладкое, Имант, Алеся и Память Сюзаровой в саду 2012 г. посадки. Изучали следующие варианты прореживания: внесение кальциевой селитры (в концентрации 3,0 и 5,0 %), сульфата аммония (0,5; 1,0 %), хлорэтилфосфоновой кислоты (ХЭФК) (0,03; 0,06 %), α-нафтилуксусной кислоты (α-НУК) (0,003; 0,005 %) и ручное прореживание. Контроль – без прореживания. Схема посадки – 4,5 × 2,0 м, плотность – 1111 дер/га, подвой – М7. Содержание междурядий – естественное залужение, в рядах – гербицидный пар. Защита от болезней и вредителей проводилась исходя из требований и рекомендаций, изложенных в регламенте по возделыванию яблони [9]. Повторность опытов четырехкратная, одна повторность – 3 дерева.

Сроки проведения регулирующих мероприятий: 1-й – через 3 дня после опадения 80 % лепестков в период формирования завязи (67 ВВСН), 2-й – когда завязь в центральном цветке достигает 10–11 мм (71 ВВСН). За период наблюдений 2021–2022 гг. все изучаемые сорта характеризовались обильным цветением, что позволило провести опыт по регулированию количества завязи в полном объеме.

Исследования проводили согласно «Генетическим основам и методике селекции плодовых культур и винограда», статистическую обработку полученных результатов выполняли по Б. А. Доспехову [10, 11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение типов обрастающей древесины яблони в условиях 2021–2022 гг. показало, что большинство сортов белорусской селекции имело все виды плодовых образований с разным соотношением в зависимости от сорта яблони. Меньше всего из компонентов генеративной сферы было зафиксировано на однолетнем приросте (6,0–9,0 %). Количество плодовых прутиков варьировало от 11,0 до 12,5 %, копыец – 13,0–19,5 %. Отмечено, что все сорта имели преимущественно кольчаточный тип плодовых образований, которые составили 40,0–46,0 % плодовых образований. Количество плодух варьировало от 16,0 до 28,0 % (табл. 1).

Соотношение плодоносных образований и тип плодоношения устанавливали подсчетом плодоносных образований, на которых размещалась большая часть урожая.

По соотношению расположения генеративных почек на однолетних и многолетних ветвях определен тип плодоношения изучаемых сортов яблони. Как показали учеты, на генеративных

Таблица 1. Распределение плодовых образований у изучаемых сортов в 2021–2022 гг.

Сорт	Закладка генеративных почек по видам плодовых образований, %				
	плодовый прутик	однолетний прирост	копыце	кольчатка	плодуха
Белорусское сладкое	11,0	6,0	15,0	40,0	28,0
Имант	12,5	7,5	19,5	42,5	18,0
Алеся	12,0	9,0	21,0	42,0	16,0
Память Сюзаровой	11,0	6,0	13,0	46,0	24,0

почках однолетнего прироста закладываются единичные плоды, и их роль в формировании совокупного урожая несущественна. Поскольку на изучаемых сортах плодухи главным образом были представлены как совокупность простых и сложных кольчаток на плодовой сумке, то в нижеприведенном учете распределение нагрузки плодами на плодухах относили к кольчаточному типу плодоношения (табл. 2).

Таблица 2. Распределение пунктов плодоношения у изучаемых сортов в 2021–2022 гг.

Сорт	Вид плодовых образований, %		
	плодовый прутик	копыце	кольчатка
Белорусское сладкое	4,3	11,3	84,5
Имант	11,9	16,1	72,1
Алеся	11,2	23,2	65,7
Память Сюзаровой	4,5	14,2	81,4

Полученные данные свидетельствуют о кольчаточном типе плодоношения у изучаемых сортов – распределение продуктивности деревьев отмечено на плодовых прутиках, копыцах и кольчатках, при этом основное формирование нагрузки урожаем приходилось на кольчатки – 65,7–84,5 %.

Урожайность – основной компонент продуктивности, который определяет перспективность и экономическую эффективность выращивания сорта. Анализ хозяйственных показателей продуктивности изучаемых сортов выявил, что изучаемые способы прореживания способствовали увеличению урожайности товарного яблока, в результате их использования урожайность была сформирована на уровне 17,8–24,7 т/га, что на 10,5–53,4 % выше, чем в контрольном варианте.

При сравнительном анализе полученных данных установлено, что как на сорте Белорусское сладкое, так и на сорте Память Сюзаровой лучшими вариантами для увеличения товарных показателей при прореживании через 3 дня после опадения 80 % лепестков (1-й срок) оказалось применение раствора ХЭФК в концентрации 0,03 и 0,06 %, α -НУК в концентрации 0,003 % и ручное прореживание завязи (рис. 1). Выход плодов высшего сорта в данных вариантах опыта изменялся от 6,0 % в контроле до 59,5–80,0 % в лучших вариантах. Урожайность яблок высшего сорта под действием препаратов возросла на 18,1–20,9 т/га и составила 22,7–23,5 т/га, средняя масса плода увеличилась на 27,0–39,0 г.

Наиболее эффективным способом проведения прореживания сортов Белорусское сладкое и Память Сюзаровой во 2-м сроке (при достижении размера завязи в королевском цветке диаметра 10–11 мм) оказалось применение ручной нормировки и внесение α -НУК в концентрации 0,003 и 0,005 %. В данных вариантах выход товарных плодов увеличился на 52,5–71,5 % по сравнению с контролем, где выход плодов высшего сорта не превышал 12,5 % (рис. 2).

Урожайность яблок высшего сорта варьировала в пределах 20,0–23,4 т/га, что превосходило вариант без применения регулирующих мероприятий на 15,7–20,8 т/га. Средняя масса плода при прореживании достигла 176,0–194,0 г и максимальной была в варианте с применением 0,003%-ной α -НУК.

Анализ данных на сортах Алеся и Имант показал, что применение регулирующих мероприятий в срок через 3 дня после опадения 80 % лепестков в период формирования завязи способство-



Рис. 1. Урожайность яблок высшего сорта при проведении регулирующих мероприятий в фазу 67 ВВСН

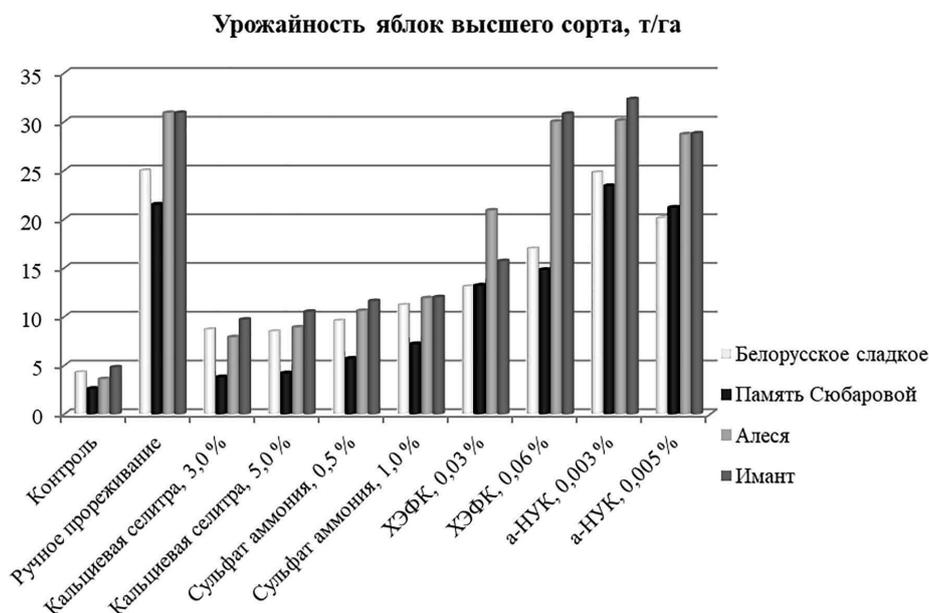


Рис. 2. Урожайность яблок высшего сорта при проведении регулирующих мероприятий в фазу 71 ВВСН

вало увеличению урожайности яблока высшего сорта на 4,8–6,6 т/га, средняя масса плода увеличилась на 5,0–38,0 г по сравнению с контролем (146,0–149,0 г). По урожайности яблока высшего сорта лучшими оказались варианты с ручным регулированием (30,9–31,3 т/га), а также варианты с применением препаратов 0,06%-ной ХЭФК и 0,003%-ной α-НУК (не менее 26 т/га), за исключением 0,03%-ной ХЭФК на сорте Имант с урожайностью 31,3 т/га. Данные препараты позволили увеличить среднюю массу плода до 170,0–185,0 г.

При внесении препаратов в период, когда завязь в центральном цветке достигла 10–11 мм, на обоих изучаемых сортах наиболее эффективным было ручное прореживание и применение 0,06%-ной ХЭФК и 0,003%-ной α-НУК. Данные мероприятия позволили максимально увеличить урожайность яблока высшего сорта – до 30,0–32,3 т/га с выходом плодов, который по сравнению с контрольным вариантом (3,6–4,8 %) увеличился на 26,0–27,5 %. Средняя масса плода по вариантам превысила контроль на 26,5–35,0 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено, что проведение регулирующих мероприятий по химическому и ручному прореживанию завязи в различные сроки их применения на изучаемых сортах способствует росту средней массы плода, что в дальнейшем обеспечивает увеличение выхода товарного яблока, а также улучшение привлекательности внешнего вида, в том числе за счет улучшения интенсивности окраски яблок.

Особенности сортовой агротехники при проведении регулирующих мероприятий по нагрузке урожаем выявили, что на сортах Белорусское сладкое и Память Сюбаровой через 3 дня после опадения 80 % лепестков наиболее эффективно применение ручной нормировки (урожайность яблок высшей товарной категории – 22,0–22,7 т/га), а также внесение ХЭФК в концентрации 0,03 и 0,06 % (22,8–23,5 т/га) и 0,003%-ного раствора α -НУК (23,2–23,5 т/га). На сорте Имант ручное прореживание позволяет получать 31,3 т/га плодов высшего сорта, применение ХЭФК в концентрации 0,03 и 0,06 % – 31,3–31,4 т/га, α -НУК в концентрации 0,003 % – 32,0 т/га. На сорте Алеся лучшим вариантом оказалось использование 0,06%-ного раствора ХЭФК, 0,003%-ного раствора α -НУК и ручное нормирование, обеспечивающее получение 30,1–30,9 т/га товарного яблока высшего сорта.

При проведении прореживания в период, когда размер завязи в центральной цветке достигает диаметра 10–11 мм, на сортах Белорусское сладкое и Память Сюбаровой наиболее эффективно применение ручной нормировки (21,5–25,0 т/га) и внесение α -НУК в концентрации 0,003 % (23,4–24,8 т/га); на сортах Имант и Алеся лучший выход яблок высшей товарной категории обеспечивало внесение α -НУК в концентрации 0,003 %, ХЭВК в концентрации 0,06 % и ручное прореживание (30,0–32,3 т/га).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чумаков, С. С. Возможности регулирования плодоношения яблони в интенсивных насаждениях / С. С. Чумаков, Д. А. Маджар // Современные сорта и технологии для интенсивных садов : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 275-летию Андрея Тимофеевича Болотова, Орел, 15–18 июля 2013 г. / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: С. Д. Князев [и др.]. – Орел, 2013. – С. 267–268.
2. Дорошенко, Т. Н. Перспективы применения физиологически активных веществ в современных технологиях возделывания яблони / Т. Н. Дорошенко, Д. В. Максимцов // Пути повышения эффективности садоводства : сб. науч. тр. Гос. Никит. ботан. сада / Гос. Никит. ботан. сад ; редкол.: Ю. В. Плугатарь (гл. ред.) [и др.], под общ. ред. А. В. Смыкова. – Крым, 2017. – Т. 144. – Ч. II. – С. 18–21.
3. Григорьева, Л. В. Нормирование нагрузки деревьев яблони плодами в садах на слаборослых подвоях / Л. В. Григорьева // Вестн. Мичур. гос. аграр. ун-та. – 2010. – № 2. – С. 21–24.
4. Барабаш, Т. Н. Регулирование нагрузки плодами деревьев яблони / Т. Н. Барабаш, А. Б. Расторгуев // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2017. – № 43 (1). – С. 42–54.
5. Хроменко, В. В. Фотосинтез яблони и периодичность плодоношения / В. В. Хроменко // Садоводство и виноградарство. – 2011. – № 2. – С. 7–11.
6. Lauri, P. E. Architectural types in apple (*Malus × domestica* Borkh.) / P. E. Lauri, F. Laurens // Crops: growth, quality a. biotechnology. – 2005. – P. 1300–1314.
7. Мельник, О. В. Проріджування квіток і зав'язі яблуні / О. В. Мельник // Новини садівництва. – 2008. – № 1. – С. 22–25.
8. Treder, W. Relationship between yield, crop density coefficient and average fruit weight of 'Gala' apple / W. Treder // J. of Fruit and Ornamental Plant Res. – 2008. – Vol. XVI. – P. 53–63.
9. 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.
10. Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда / З. А. Козловская [и др.] ; под общ. ред. З. А. Козловской. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 249 с.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

**IMPACT OF REGULATORY MEASURES ON COMMODITY YIELD
OF APPLE VARIETIES OF BELARUSIAN SELECTION**

M. E. RULINSKAYA, V. V. VASEKHA

Summary

The article provides data concerning the impact of regulatory measures on Belarusian apple varieties at different times. It has been established that the implementation of regulatory measures relating to chemical and manual fruit thinning contributes to growth of the average weight of the fruit and increase in the yield of commercial apples. Manual thinning of the ovary proved to be quite effective for all varieties. In the 1st term (67 BBCH-scale) of the thinning of the ovary the introduction of chloroethylphosphonic acid (CEPA) at concentrations of 0.03 and 0.06 % and α -naphthylacetic acid (α -NAA) at a concentration of 0.003 % has the greatest effect on the yield of apples of the highest commercial category for the Belorusskoye Sladkoe and Pamyat Syubarova varieties; for the Imant variety – the use of CEPA at a concentration of 0,03- and 0,06 % and α -NAA at a concentration of 0.003 %; for the Alesya variety – the use of CEPA at a concentration of 0.06 % and α -NAA – 0.003 %. In the 2nd term (71 BBCH-scale) of the regulatory measures the highest yield of commercial apples was obtained on the Belorusskoye Sladkoe and Pamyat Syubarova varieties in the variants when a solution of α -NAA at a concentration of 0.003 % was applied; for the Imant and Alesya varieties – when applying CEPA and α -NAA at a concentration of 0.06 and 0.003 %, respectively.

Keywords: apple tree, variety, thinning of the ovary, productivity, marketability, Belarus.

Поступила в редакцию 10.04.2023

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ ГРУШИ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

О. А. ЯКИМОВИЧ

РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: pear.belsad@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В статье представлены предварительные результаты оценки новых белорусских гибридов груши 2002–2007 гг. скрещивания по комплексу хозяйственно ценных признаков. Исследования проводили в 2021 и 2022 г. в отделе селекции плодовых культур РУП «Институт плодоводства». Выделены перспективные гибриды 07-4/33 (Основ'янська × Jūrate), 07-5/47 (Черемшина × Талгарская красавица), 07-8/31 (84-4/62 × Салгірська зимова), 07-8/50 (84-4/62 × Салгірська зимова), 07-9/13 (Веснянка св. оп.), характеризующиеся зимостойкостью (1,0–3,0 балла при –28,7 °С), устойчивостью к болезням (парша, септориоз, ржавчина, бактериальный рак), скороплодностью (3–4-й год), крупноплодностью (170–250 г) и качеством плодов (7,0–8,5 балла).

Ключевые слова: груша, гибрид, зимостойкость, устойчивость к болезням, скороплодность, качество плодов, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Длительный ювенильный период, гетерозиготность, высокая вероятность проявления признаков диких предков (околюченность, мелкоплодие, низкие вкусовые качества плодов, включающие вяжущий вкус и большое количество каменистых клеток) делает грушу сложным объектом для исследований.

В настоящее время селекционная работа с грушей в мире ведется в разных направлениях. Получение новых сортов, устойчивых к грушевой медянице и бактериальному ожогу в сочетании с качеством плодов, является целью селекции груши в Научно-исследовательском институте плодоводства (RIFG) Питешти, Румыния, где создан новый сорт Пандора (Pandora) [1].

Японскими селекционерами создан новый сорт груши Канта (Kanta), сочетающий в себе устойчивость к болезням, высокое качество плодов и поздний срок созревания [2].

Задача выведения сортов груши, адаптированных к местным условиям, с хорошей зимостойкостью, устойчивых к болезням, низкорослых, скороплодных, урожайных, с плодами высоких товарных и потребительских качеств, является актуальной для средней полосы России, где созданы и проходят изучение комплексные доноры устойчивости к болезням (парша, буроватость, септориоз) – гибриды 24-61-116 и 24-61-119 (Восковка × Вансан), 24-41-45 и 24-41-53 (Сеянец Яковлева 111 × Оливье де Серр), отличающиеся зимостойкостью и скороплодностью. По результатам дегустационной оценки вкуса плодов были выделены сеянцы 32а-2-30, 32а-2-31 – из семьи Памяти Яковлева × Конференция; 32а-5-28, 32а-5-32, 32а-5-34 – из семьи 15-38-14 × Лада; 32а-5-12 – из семьи Есенинская × Лада; 32а-3-16 – из семьи Белорусская поздняя × Маяк. Оценка их вкуса превышала 4 балла [3]. В результате дальнейшей работы над созданием новых скороплодных сортов, с высокой групповой устойчивостью к грибным болезням (парша, буроватость и септориоз), урожайных, зимостойких в условиях Центрального Черноземья Российской Федерации, с хорошим вкусом плодов, был создан новый сорт груши Наша (*Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nakai), характеризующийся длительной лежкостью плодов (до нового урожая) [4].

Для Северо-Кавказского региона России актуальны следующие свойства сортов груши: ранний срок созревания, зимостойкость, устойчивость к парше, засухоустойчивость и высокие вкусовые качества, которые присущи новым сортам Ассоль, Золушка, Малышка, Фламенко [5].

Высокая продуктивность, сдержанный рост дерева, устойчивость к болезням, зимостойкость, засухоустойчивость, высокие потребительские качества и биохимический состав плодов актуаль-

ны в Кабардино-Балкарской Республике. Отмечены гибридные комбинации, в которых получены сеянцы без поражения паршой – Триумф Пакгама × Пасс Крассан и Триумф Пакгама × Февральская; с очень крупными и крупными плодами – Триумф Пакгама × Февральская, Олимп × × Пасс Крассан, Триумф Пакгама × Золотая; высоких вкусовых качеств – Триумф Пакгама × Февральская, Триумф Пакгама × Пасс Крассан, Триумф Пакгама × Деканка дю Комис [6].

Совместить в одном генотипе устойчивость к заболеваниям и высокие качества плодов для получения интенсивного сорта груши чрезвычайно трудно. С изменением климата расширяется количество заболеваний, вызываемых как грибами, так и бактериями. Основными грибными заболеваниями груши в настоящее время являются септориоз, парша, ржавчина; бактериальными – бактериальный рак. Септориоз (белая пятнистость) листьев груши распространен в Беларуси, Украине, Молдове, центральных и южных областях европейской части России. Возбудитель – несовершенный гриб – *Septoria piricola* Desm. – конидиальная стадия (анаморфа), *Mycosphaerella sentina* Schroet. – сумчатая стадия (телеоморфа). Парша груши распространена повсеместно, особенно в районах с достаточным увлажнением и загущенных посадках. В Беларуси 1 раз в 3–4 года отмечают эпифитотии болезни. Возбудителем является несовершенный гриб *Venturia pirina* Aderh – сумчатая стадия (*Fusicladium pirinum* Fuck. – конидиальная), на азиатских грушах паразитирует гриб *Venturia nashicola*. Возбудитель ржавчины груши – гриб *Gymnosporangium sabiniae* (Dicks.) G. Winter [7]. Сегодня заболевание распространено практически во всех регионах возделывания груши: от Швеции и Норвегии на севере до стран Средиземноморья в Европе, отмечено в Малой Азии, Сибири, на Дальнем Востоке, в Китае, Северной Африке, завезено в Северную Америку, где отнесено к опасным карантинным заболеваниям груши и находится под строгим контролем [8]. Возбудителем бактериального рака является бактерия *Pseudomonas syringae* Hall. – вызывает обширные некрозы штамба, скелетных ветвей и листьев [7].

Целенаправленная работа по селекции груши в Белорусском отделении Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур (Лошица-1) была начата в 1932–1939 гг. Э. П. Сюбаровым, А. Е. Сюбаровым и Н. И. Михневич. В 2002–2007 гг. в РУП «Институт плодоводства» (Самохваловичи) гибридизация велась в разных направлениях. Для получения зимостойких сортов груши использовали родительские формы: Память Анзина, Бере ранняя, Бере лошицкая, Осенняя мечта, Памяти Яковлева и перспективные гибриды, выделенные ранее, – 84-3/10, 84-4/62, 84-15/94, 89-32/18 и др. Получению раннеспелых гибридов способствовало вовлечение в гибридизацию сортов с плодами привлекательного внешнего вида: Августовская роса, Бутелечка, Дуля остзейская, Духмяная, Есенинская, Корсунская (Корсунська), Лагодная, Млиевская ранняя (Мліївська рання), Нарядная Ефимова, Пепи (Pepi), Пловдивская (Plovdiv-1), Скороплодная; позднеспелых – использование сортов с плодами длительного срока хранения: Артемовская зимняя (Артемівська зимова), Веснянка, Вродлива (Вродлива), Выставочная, Груша Высоцкого, Добрая Луиза (Louise Bonne d'Avranches), Золотая осень, Золотоворотская (Золотоворітська), Ника, Лира, Оливье де Серр (Olivier de Serres), Основьянская (Основ'янська), Пасхальная, Роксолана, Салгирская зимняя (Салгірська зимова), Татьяна, Черемшина и др. Передачу признака устойчивости к болезням планировали с участием сортов Москвичка, Потаповская, Талгарская красавица, Чижовская. Для получения новых гибридов с крупными плодами высоких вкусовых качеств использовали в скрещивании сорта Бере Александр Люка (Beurré Alexandre Lucas), Велеса, Десертная росошанская, Изюминка Крыма, Красавица Черненко, Мраморная, Масляная Ро, Платоновская (Платонівська), Просто Мария, Сеянец Крамера 21 (Kramerі 21), Сокровище (Sokrovişce), Триумф Пакгама (Paskham's Triumph), Тютчевская, Юрате (Jurate), Ясачка, 90-38/75 и др.

Объем гибридизации за 2002–2007 гг. составил 213 300 цветков. Отобранные в школке 2936 растений были исследованы в селекционном саду, где выделено и размножено 26 гибридов. Дальнейшее их изучение проходило в саду первичного сортоизучения.

ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2021–2022 гг. в саду первичного сортоизучения отдела селекции плодовых культур РУП «Институт плодоводства» на фоне стандартной системы защиты против болезней и вредителей.

Объектами исследований являлись 13 гибридов груши (02-19/75, 02-20/6, 04-23/6, 06-12/17, 07-4/33, 07-5/22, 07-5/47, 07-8/11, 07-8/31, 07-8/41, 07-5/50, 07-9/13, 07-11/16) 2004–2007 гг. скрещивания 2013–2017 гг. посадки, размноженных на семенном подвое Сеянец Виневки в количестве 3–6 шт., посаженных по схеме 4 × 3 м.

Метеоданные получены с интернет-портала gismeteo.by [9].

Погодные условия зимы 2020/21 г. отличались затяжным морозным периодом и обилием осадков. Начало периода покоя растений проходило в условиях пониженного температурного фона, что обеспечило хорошую закалку. В январе 2021 г. перезимовка плодовых и ягодных культур осуществлялась на фоне чередования оттепелей и морозных периодов. Среднемесячная температура соответствовала норме. Самая низкая температура воздуха (–28,7 °С) была зафиксирована 17.01, самая высокая (–6,1 °С) – 23.01. В феврале установился продолжительный морозный период, когда в отдельные дни температура воздуха опускалась до –28,1 °С (08.02), который сменился резким потеплением: воздух прогрелся до +11,4 °С (25.02). Резкие и продолжительные похолодания в январе и феврале привели к повреждению цветковых почек, подмерзанию коры и древесины у ряда сортов плодовых культур, в том числе и груши. Начало весеннего периода 2021 г. характеризовалось пониженным температурным режимом. В конце апреля среднесуточные температуры опускались на 3,9 °С ниже климатической нормы, по ночам наблюдались заморозки до –4,3 °С. Частые заморозки и сильное похолодание во второй половине апреля оказали сдерживающий эффект на наступление периода начала вегетации по сравнению с многолетними наблюдениями и обусловили сдвиг начала вегетации и времени наступления основных фенологических фаз. Задержка в сроках начала цветения составила 10–14 дней по сравнению с многолетними наблюдениями. Резкие суточные колебания температур также неблагоприятно сказались на состоянии начавших вегетацию растений, что привело к многочисленным повреждениям проводящих тканей, отслоению коры, ее разрывам и трещинам. Погодные условия начала вегетационного сезона сложились благоприятно для распространения грибных и бактериальных заболеваний: пониженные и умеренные температуры воздуха, избыточное увлажнение в период распускания почек и цветения привели к массовому раннему развитию парши груши, бактериального рака на ослабленных после морозной зимы и холодной весны растениях. Большое количество трещин и подмерзание коры способствовало инфицированию деревьев болезнями коры и древесины. Установившаяся аномальная жара в конце июня +35,8 °С – рекорд за весь период наблюдений – привела плодовые деревья в состояние физиологического стресса, что усугубило развитие бактериального рака груши. Июль выдался жарким (на 2,8 °С выше средней многолетней) и засушливым – выпало всего 43 % осадков от нормы. Дневные температуры поднимались до +30 °С и выше. Не типичные для августа холодные ночи, когда температура падала до +5,7...+9,2 °С, и ливневые осадки привели к быстрому распространению парши груши, плодовой гнили, что отрицательно сказалось на качестве урожая.

Зима 2021/22 г. характеризовалась периодами похолодания с оттепелями. В декабре наблюдался неустойчивый температурный режим, близкий к температурной норме. Январь и февраль были теплыми (18 дней с оттепелями в каждом из месяцев). Минимальные температуры воздуха отмечены 04.02: –9,0 °С (–15,5 °С на поверхности почвы); 24–25.02: –9,4 °С.

Весна была холодная и затяжная с неустойчивым температурным режимом. В первой декаде марта температура воздуха была на уровне средней многолетней. Во второй декаде наблюдалось похолодание до –3 °С (–8,1 °С – минимальная температура воздуха и –11,4 °С – на поверхности почвы), что ниже климатической нормы на 4 °С, которое сменилось потеплением до +4,2 °С. Весь апрель характеризовался пониженным температурным режимом и избыточным количеством осадков. Преобладающая среднесуточная температура воздуха была ниже климатической нормы на 1–3 °С. К концу месяца сумма эффективных температур воздуха выше +5 °С составила 46 °С, что ниже обычного на 49 °С. Аномально холодный май (на 2,6 °С ниже нормы) с заморозками и высокой влажностью (выпало 132 % от средней многолетней) крайне неблагоприятно сказался как на общем состоянии растений, так и на прохождении фенофаз развития, которые начинались в среднем на 1,5–2 недели позже по сравнению с многолетними наблюдениями, задержка в сроках начала цветения составила 5–14 дней по сравнению со среднемноголетними наблюдениями. Погодные условия мая благоприятствовали распространению болезней.

Июнь характеризовался повышенным температурным режимом с резкими суточными колебаниями температуры воздуха на фоне дефицита осадков – выпало 64 % от нормы. Низкие ночные температуры воздуха сдерживали прохождение фенофаз у плодовых деревьев. В третьей декаде установилась жаркая погода – воздух прогрелся до +31,5 °С. Контрастное изменение погодных условий (резкие суточные колебания температуры, дефицит осадков) в данный период ввело плодовые деревья в состояние физиологического стресса, что вызвало снижение устойчивости к болезням. Жаркая и сухая погода продержалась до середины первой декады июля, после чего до конца месяца установилось длительное похолодание. Немногочисленные, но обильные дожди, которые носили ливневый характер (за один день выпало 35 % от месячной нормы осадков), восполнили недостаток влаги. Высокая влажность на фоне низких суточных температур благоприятно сказалась на распространении и развитии грибных (парша, ржавчина), бактериальных (бактериальный рак) и микоплазменных (микоплазма) заболеваний. Плоды хорошо сформировались, однако у поврежденных паршой ухудшились товарные качества.

Таким образом, сочетание абиотических и биотических факторов окружающей среды в 2021 и 2022 г. позволило объективно оценить перспективные гибриды груши по адаптивности к аномальным погодным условиям, устойчивости к болезням, качеству плодов и выделить лучшие по сочетанию ценных признаков.

Учеты проводили согласно «Генетическим основам и методике селекции плодовых культур и винограда» (Минск, 2019) [7]. Зимостойкость, степень поражения болезнями и вкусовые качества плодов гибридов груши оценивали по 9-балльной шкале.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

1. Особенности исходных форм груши

Для анализа перспективных гибридов необходима информация о родительских формах, использованных в гибридизации, обобщенные многолетние данные о которых приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные хозяйственно-биологические показатели родительских форм изученных гибридов груши

Название сорта/гибрида	Происхождение	Хозяйственно-биологические показатели
Добрая Луиза	Неизвестно	Сильнорослое дерево, хорошая зимостойкость дерева и завязи; среднеустойчивый к грибным заболеваниям, скороплодность, быстро наращиваемая продуктивность, ежегодная высокая урожайность; плоды средней величины (120–160 г), привлекательные, хорошего десертного вкуса, среднего срока созревания (сентябрь), способны храниться до февраля
Изюминка Крыма	16/13 (Хиш Армуд × Бере Боск) × Деканка зимняя (Doynné d’Hiver)	Среднерослое дерево, хорошая зимостойкость, устойчивость к грибным заболеваниям; плоды крупные (210–220 г), привлекательные, с хорошими десертными качествами (кисло-сладкого вкуса), позднего срока созревания (январь)
Лагодная	Ильинка × Триумф Пакгама	Сильнорослое дерево, средняя зимостойкость, средняя устойчивость к болезням, регулярность плодоношения, скороплодность; средняя масса плода (150 г), вкус кисло-сладкий с мускатным привкусом, раннего срока созревания (август)
Основянская	Неизвестно	Среднерослое дерево, средняя зимостойкость, ежегодная высокая урожайность; плоды крупные (180–220 г), хорошего сладковатого вкуса с плотной мякотью, позднего срока созревания (февраль)
Салгирская зимняя	Бере Боск × Оливье де Серр	Среднерослое дерево, средняя зимостойкость и устойчивость к болезням, скороплодность; плоды крупные (220–240 г), хорошего кисло-сладкого вкуса, очень позднего срока созревания (май)
Сеянец Крамера 21	Кюре (Curé) × Наполеон (Napoleon)	Среднерослое дерево, хорошая зимостойкость, средняя устойчивость к парше; плоды крупные (200 г), оригинальной продолговато-вытянутой формы, товарные, с кисло-сладким оригинальным вкусом, осеннего срока созревания (сентябрь)

Название сорта/гибрида	Происхождение	Хозяйственно-биологические показатели
Талгарская красавица	Лесная красавица (Fondante des Bois) св. оп.	Среднерослое дерево, средняя зимостойкость, высокая устойчивость к болезням; плоды средней величины (140–180 г), удлинённо-вытянутой формы, нарядные, очень сочные, плотные, со сладким вкусом, позднего срока созревания (сентябрь – январь)
Черемшина	Бере Гарди (Beurré Hardy) × Жозефина Михельнская (Joséphine de Malines)	Высокорослое дерево, высокая зимостойкость, хорошая устойчивость к болезням, скороплодность; плоды выше средней величины (170–200 г), с посредственным вкусом (кисловато-сладкий), позднего срока созревания (февраль)
Чижевская	Ольга × Лесная красавица	Среднерослое дерево, высокая зимостойкость и устойчивость к болезням, хорошая урожайность; плоды средней величины (120–150 г), сладковато-кислого вкуса, раннего срока созревания (август – сентябрь)
Юратэ	Марианна × Вандяне	Высокорослое дерево, хорошая зимостойкость, высокая устойчивость к болезням, средняя урожайность, высокая товарность; плоды выше средней величины (151–180 г), высоких вкусовых качеств, раннего срока созревания (конец августа – сентябрь)
84-3/81	5/1 (Александровка × Любимица Клаппа (Clapp Favorite) × Веснянка	Среднерослое дерево, средняя зимостойкость и устойчивость к болезням; плоды средней величины (150 г), сладковатого вкуса, среднего срока созревания (сентябрь)
84-4/62	3/4 (Александровка × Любимица Клаппа (Clapp Favorite) × Сеянец Яковлева 104	Среднерослое дерево, высокая зимостойкость, хорошая устойчивость к болезням, скороплодность, высокая урожайность; плоды средней величины (140 г), сладковатого вкуса, раннего срока созревания (август)
84-6/14	Маслянистая лощицкая × Комплексная	Среднерослое дерево, средняя устойчивость к болезням, высокая урожайность; плоды выше средней величины (151–180 г), сладковатого вкуса, раннего срока созревания (август)
86-7/36	96/40 (Бергамотная × Дружба) св. оп.	Высокорослое дерево, высокая зимостойкость, средняя устойчивость к болезням, высокая урожайность; плоды по размеру ниже среднего (100 г), с хорошими вкусовыми качествами, сладко-кислого вкуса, раннего срока созревания
86-15/94	Белорусская поздняя × Дружба	Среднерослое дерево, высокая зимостойкость, высокая устойчивость к болезням, высокая урожайность; плоды ниже среднего и среднего размера (100–160 г), хорошего кисловато-сладкого вкуса, позднего срока созревания (октябрь – февраль)
90-38/75	6/89-100 [Белорусская поздняя × (Бере серая (Beurre Brown) × Дуля остзейская)] × Масляная Ро	Высокорослое дерево, хорошая зимостойкость, высокая устойчивость к болезням; плоды выше среднего размера (160–210 г), высоких вкусовых качеств, среднего срока созревания (сентябрь – ноябрь)

2. Первичное изучение перспективных гибридов

Сложные погодные условия зимнего периода 2020/21 г. вызвали значительные поражения камбия и сердцевин однолетних ветвей, а также коры штамба гибридов груши. Общая степень подмерзания деревьев изучаемых гибридов была в пределах от 1,0 (очень слабое подмерзание) до 5,0 балла (значительное подмерзание).

Гибриды груши 07-5/47, 07-8/11, 07-8/31, 07-8/41, 07-11/16 характеризовались очень слабым подмерзанием дерева; гибриды груши 04-23/6, 06-12/17, 07-4/33, 07-5/22, 07-8/50 имели значительное показание признака.

Важный показатель «скороплодность» очень актуален для сортов груши интенсивного типа, так как корнесобственные сеянцы являются наименее скороплодными среди всех плодовых культур умеренной зоны и вступают в плодоношение на 5–15-й год. Новые сорта груши, привитые на клоновые подвои (айвы и др.), дают первые плоды уже на 2–3-й год, а урожай в 3 кг/дер. – на 3–4-й. Большинство изучаемых на семенном подвое гибридов (за исключением 02-20/6 (86-7/36 × Лагодная)) проявили себя скороплодными (имели урожай до 2–3 кг/дер. на 3–5-й год) (табл. 2).

Таблица 2. Основные хозяйственно-биологические показатели гибридов груши, 2021 и 2022 г.

Номер гибрида	Родительские формы	Общая степень подмерзания ($t_{\min} = -28,7 \text{ }^\circ\text{C}$), балл	Год вступления в пору плодоношения	Средняя масса плода, г	Вкус, балл	Срок созревания
02-19/75	Лагодная св. оп.	3,0	5-й	111	7,5	Ранний
02-20/6	86-7/36 × Лагодная	3,0	7-й	120	8,0	Средний
04-23/6	86-15/94 × Чижовская	5,0	6-й	111	7,0	Средний
06-12/17	84-3/81 × Сеянец Крамера 21	5,0	5-й	112	7,0	Ранний
07-4/33	Основянская × Юратэ	3,0	3-й	250	8,5	Поздний
07-5/22	90-38/75 × Добрая Луиза	5,0	4-й	120	7,0	Ранний
07-5/47	Черемшина × Талгарская красавица	1,0	4-й	170	8,0	Средний
07-8/11	84-4/62 × Салгирская зимняя	1,0	5-й	151	7,0	Средний
07-8/31	84-4/62 × Салгирская зимняя	1,0	4-й	220	7,0	Средний
07-8/41	84-4/62 × Салгирская зимняя	1,0	4-й	120	6,5	Средний
07-8/50	84-4/62 × Салгирская зимняя	3,0	4-й	201	7,5	Ранний
07-9/13	Веснянка св. оп.	3,0	4-й	250	8,0	Средний
07-11/16	84-6/14 × Изюминка Крыма	1,0	4-й	180	7,0	Средний

Крупными плодами (201–250 г) характеризовались гибриды 07-4/33, 07-8/31, 07-8/50 и 07-9/13; выше среднего размера (151–180 г) – 07-5/47, 07-8/11, 07-11/16; остальные имели плоды среднего размера (111–120 г).

По результатам дегустационной оценки хорошим столовым кисло-сладким вкусом плодов (6,5–7,0 балла) обладало большинство изученных гибридов груши. Четыре гибрида выделили по высоким вкусовым качествам плодов (8,0–8,5 балла): 02-20/6, 07-4/33, 07-5/47, 07-9/13.

По сроку созревания объекты характеризовались ранним (4 шт.), средним (8 шт.) и поздним сроком созревания (1 шт.).

Парша, ржавчина, септориоз и бактериальный рак – основные заболевания груши, наблюдаемые в годы исследования. Парша в годы исследований проявилась как на листьях, так и на плодах. Максимальное значение признака доходило до 3,0 балла (средняя устойчивость) (табл. 3). Поражение ржавчиной, септориозом и бактериальным раком отмечено до 5,0 баллов (низкая устойчивость).

Таблица 3. Степень поражения болезнями перспективных гибридов груши в 2021 и 2022 г.

Номер гибрида	Степень поражения болезнями, балл				
	парша плодов	парша листьев	ржавчина	септориоз	бактериальный рак
02-19/75	3,0	3,0	1,0	3,0	0
02-20/6	0	0	1,0	5,0	5,0
04-23/6	0	0	0	5,0	5,0
06-12/17	1,0	0	1,0	3,0	3,0
07-5/22	1,0	0	1,0	3,0	1,0
07-4/33	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0
07-5/47	1,0	0	1,0	3,0	3,0
07-8/11	0	0	1,0	1,0	1,0
07-8/31	1,0	0	1,0	0	1,0
07-8/41	1,0	0	3,0	0	3,0
07-8/50	0	0	1,0	1,0	1,0
07-9/13	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0
07-11/16	0	0	3,0	0	3,0

Высокой устойчивостью (степень поражения не превышала 1,0 балла) к перечисленным заболеваниям характеризовались гибриды 07-8/11, 07-8/31, 07-8/50. Отбор 07-4/33 имел высокую устойчивость к изученным заболеваниям, за исключением средней устойчивости к бактериальному раку.

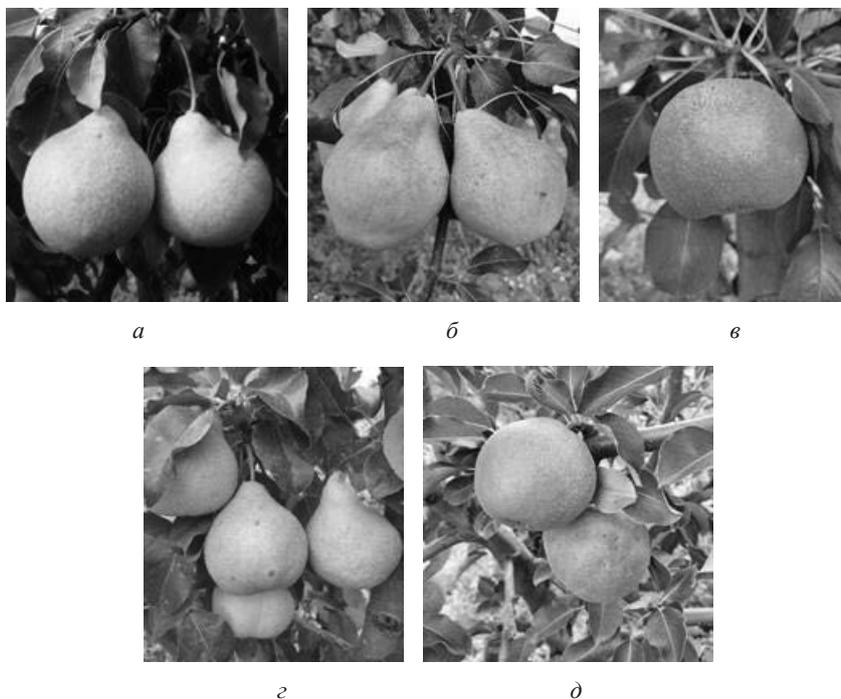
3. Хозяйственно-биологическая оценка выделенных гибридов

Таким образом, по комплексу хозяйственно ценных признаков выделены пять перспективных гибридов: 07-4/33, 07-5/47, 07-8/31, 07-8/50 и 07-9/13.

07-4/33 (*Основьянская* × *Юратэ*) – позднего срока созревания (третья декада января). Дерево среднерослое, крона раскидистая (полупрямостоячая), редкая. Очень скороплодный – вступает в плодоношение на 3-й год на семенном подвое Сеянец Виневки. При минимальной температуре (–28,7 °С) проявил себя зимостойким. Слабо поражен паршой, ржавчиной и септориозом, средняя степень поражения бактериальным раком. Плоды грушевидные и широкогрушевидные, светло-зеленые с розоватым, очень слабым румянцем, крупные (средняя масса – 220–250 г, максимальная – 260–350 г) (см. рисунок, а). Мякоть желто-белая, средней плотности, полумаслянистая, полутающая, мелкозернистая, сладкая с легкой кислинкой. Дегустационная оценка вкуса плодов – 8,5 балла.

07-5/47 (*Черемшина* × *Талгарская красавица*) – среднего срока созревания (третья декада ноября). Дерево среднерослое, крона раскидистая (полупрямостоячая), редкая. Скороплодный – вступает в плодоношение на 4-й год на семенном подвое Сеянец Виневки. При минимальной температуре (–28,7 °С) проявил себя высокозимостойким. Слабо поражен паршой (плоды) и ржавчиной, средняя степень поражения септориозом и бактериальным раком. Плоды короткогрушевидные и ромбовидные, желто-зеленые с розовым румянцем, выше среднего размера (средняя масса 170 г) (см. рисунок, б). Мякоть кремового цвета, сочная, очень сладкая, плотная. Дегустационная оценка вкуса плодов – 8,0 балла.

07-8/31 (*84-4/62* × *Салгирская зимняя*) – среднего срока созревания (вторая декада сентября). Дерево среднерослое, крона раскидистая (полупрямостоячая), редкая. Скороплодный – вступает в плодоношение на 4-й год на семенном подвое Сеянец Виневки. При минимальной температуре (–28,7 °С) проявил себя высокозимостойким. Характеризовался очень высокой устойчивостью к парше листьев и септориозу, высокой – к парше (плодов), ржавчине и бактериальному раку. Плоды плоскоокруглые, зеленые, с сильной оржавленностью, крупные (средняя масса – 220 г, максимальная – 290 г) (см. рисунок, в). Мякоть белого цвета, сочная, сладкая, средней плотности, хрустящая. Дегустационная оценка вкуса плодов – 7,5 балла.



Плоды перспективных гибридов груши белорусской селекции:
а – 07-4/33, б – 07-5/47, в – 07-8/31, з – 07-8/50, д – 07-9/13

07-8/50 (84-4/62 × Салгирская зимняя) – среднего срока созревания (первая декада сентября). Дерево среднерослое, крона раскидистая (полупрямостоячая), редкая. Скороплодный – вступает в плодоношение на 4-й год на семенном подвое Сеянец Виневки. При минимальной температуре (–28,7 °С) проявил себя зимостойким. На деревьях отсутствовали признаки поражения паршой, поражение септориозом, ржавчиной и бактериальным раком было слабое. Плоды усеченно-конической формы, желто-зеленые со слабым оранжевым румянцем, крупные (средняя масса – 250 г, максимальная – 360 г) (см. рисунок, з). Мякоть белого цвета, сочная, сладкая, плотная. Дегустационная оценка вкуса плодов – 7,5 балла.

07-9/13 (Веснянка св. оп.) – среднего срока созревания (первая декада ноября). Дерево среднерослое, крона раскидистая (полупрямостоячая), редкая. Скороплодный – вступает в плодоношение на 4-й год на семенном подвое Сеянец Виневки. При минимальной температуре (–28,7 °С) проявил себя зимостойким. Высокоустойчивый к парше (листьев и плодов), септориозу, ржавчине; среднеустойчивый к бактериальному раку. Плоды округлые, зеленые, с сильной оржавленностью, крупные (средняя масса – 250 г) (см. рисунок, д). Дегустационная оценка вкуса плодов – 8,0 балла.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований по комплексу хозяйственно ценных признаков (зимостойкость, устойчивость к болезням, скороплодность, крупноплодность и качество плодов) выделены пять перспективных гибридов груши: 07-4/33 (Основьянская × Юратэ), 07-5/47 (Черемшина × Талгарская красавица), 07-8/31 (84-4/62 × Салгирская зимняя), 07-8/50 (84-4/62 × Салгирская зимняя) и 07-9/13 (Веснянка св. оп.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Braniște, N. Breeding of new pear winter cultivar ‘Pandora’ [Electronic resource] / N. Braniște, M. Militaru. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/347678792_Breeding_of_new_pear_winter_cultivar_‘Pandora’. – Date of access: 11.11.2021.
2. New Japanese Pear Cultivar ‘Kanta’ / T. Saito [et al.] // Bull. of the NARO. Fruit Tree and Tea Sci., Tsukuba, Japan. – 2019. – № 1. – P. 1–9.
3. Использование генофонда груши для создания новых сортов / Е. Н. Седов [и др.] // АГРО XXI. – 2008. – № 4–6. – С. 21–24.
4. Долматов, Е. А. Хозяйственно-биологическая характеристика нового сорта груши Наша / Е. А. Долматов, А. В. Югов, Д. В. Тонких // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2019. – Т. 6, № 2. – С. 9–11.
5. Можар, Н. В. Новые сорта селекции СКФНЦСВВ в сортименте груши / Н. В. Можар // Научные труды СКФНЦСВВ : сб. ст. / Сев.-Кавк. федер. науч. центр садоводства, виноградарства, виноделия ; редкол.: Е. А. Егоров (гл. ред.) [и др.]. – Краснодар, 2019. – Т. 23. – С. 45–49.
6. Сатибалов, А. В. Основные направления селекционного совершенствования сортов груши в КБР / А. В. Сатибалов, Л. Х. Нагудова // Научные труды СКФНЦСВВ : сб. ст. / Сев.-Кавк. федер. науч. центр садоводства, виноградарства, виноделия ; редкол.: Е. А. Егоров (гл. ред.) [и др.]. – Краснодар, 2020. – Т. 30. – С. 25–33.
7. Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда / З. А. Козловская [и др.] ; под общ. ред. З. А. Козловской. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 249 с.
8. Кондратёнок, Ю. Г. Ржавчина груши (*Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter) – опасная грибная болезнь / Ю. Г. Кондратёнок, О. А. Якимович, Т. Н. Марцинкевич // Плодоводство : сб. науч. тр. / Ин-т плодоводства ; редкол.: А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – Т. 33. – С. 205–210.
9. Gismeteo [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.gismeteo.by/>. – Date of access: 17.03.2022.

ASSESSMENT OF PROMISING PEAR HYBRIDS OF BELARUSIAN SELECTION

O. A. YAKIMOVICH

Summary

The article presents preliminary results of the assessment of new Belarusian pear hybrids obtained by crossing in 2002–2007 for a complex of economically valuable traits. The studies were carried out in 2021 and 2022 in the Fruit Plants Breeding Department of the RUE “Institute of Fruit Growing”. Promising hybrids are identified: 07-4/33 (Osnovyanska × Jūrate), 07-5/47 (Cheremshina × Talgarskaya krasavitsa), 07-8/31 (84-4/62 × Salgirska zimova), 07-8/50 (84-4/62 × Salgirska zimova), 07-9/13 (Vesnyanka open pollination), characterized by winter hardiness (1.0–3.0 points at –28.7 °C), disease resistance (scab, septoria, rust, bacterial cancer), early fruit-bearing (3–4th year), large size of fruits (170–250 g) and fruit quality (7.0–8.5 points).

Keywords: pear, hybrid, winter hardiness, disease resistance, early fruit-bearing, fruit quality, Belarus.

Поступила в редакцию 06.03.2023

УДК 634.13:[634.14:631.541.11]:631.559
HTTPS://DOI.ORG/10.47612/0134-9759-2023-35-43-47

РОСТ И УРОЖАЙНОСТЬ ДЕРЕВЬЕВ ГРУШИ В МОЛОДОМ САДУ НА ФОРМАХ АЙВЫ В КАЧЕСТВЕ ПОДВОЕВ

Н. Г. КАПИЧНИКОВА, И. С. ЛЕОНОВИЧ, А. В. БУЙМИСТРОВА

РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by

АННОТАЦИЯ

В статье представлены двухлетние результаты изучения показателей силы роста и урожайности деревьев груши сортов Просто Мария и Завея на различных формах айвы, используемых в качестве клонового подвоя, в молодом саду (2018–2019 гг. посадки) отдела технологии плодоводства РУП «Институт плодоводства».

По комплексу показателей (площадь поперечного сечения штамба, суммарная длина однолетнего прироста, площадь листовой поверхности, высота дерева и габариты кроны, урожайность, удельные показатели продуктивности) в молодом саду были выделены формы айвы, используемые в качестве клоновых подвоев, 1-63, 2-7 и 2-31 – для сорта Просто Мария, 2-5, 2-6 и 2-7 – для сорта Завея.

Ключевые слова: груша, сорт, подвой, форма, айва, сила роста, площадь поперечного сечения штамба, длина однолетнего прироста, площадь листовой поверхности, габариты кроны, урожайность, удельная продуктивность, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Груша является одной из древнейших плодовых культур мира и играет важную роль в обеспечении населения свежими плодами. В отличие от яблони, у нее не наблюдается резко выраженной периодичности плодоношения и она, как правило, плодоносит ежегодно [1, 2].

Плоды груши являются ценным продуктом питания для поддержания нормального функционирования организма.

Добиться увеличения объема производства плодов груши возможно за счет создания интенсивных садов, основными составляющими которых являются сорт, подвой, схема размещения.

В настоящее время промышленная культура груши базируется на двух типах подвоев – семенные (различные виды и формы рода *Pyrus*) и клоновые слаборослые формы, которые происходят от айвы обыкновенной (*Cydonia oblonga* L.). Как те, так и другие существенно влияют не только на особенности роста, формируя соответствующий габитус кроны привитых деревьев, но и на вступление в плодоношение и продолжительность продуктивного периода, их урожайность, качество плодов, устойчивость к неблагоприятным экологическим и почвенно-климатическим условиям [3].

Одним из основных факторов интенсификации плодоводства является переход на выращивание слаборослых садов путем применения клоновых подвоев. Привлекательность использования клоновых слаборослых подвоев заключается в основном в том, что работы по уходу за растениями проводят с земли или с небольших лестниц. Благодаря этому производительность труда на съеме плодов и обрезке возрастает в 1,5–3 раза [4, 5].

Отобранные в последнее время формы айвы в качестве клоновых подвоев для груши в маточнике [6, 7] необходимо обстоятельно и глубоко изучить в условиях сада и лишь на основании комплексной проверки их можно рекомендовать для районирования и использования в промышленных садах.

Цель исследований – выделить по комплексу хозяйственно ценных показателей в саду перспективные формы айвы в качестве клоновых подвоев для груши.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в 2021–2022 гг. в опытных садах отдела технологии плодоводства РУП «Институт плодоводства», посаженных осенью 2018 г. и весной 2019 г. однолетними саженцами груши сортов Просто Мария и Завея на клоновых подвоях – формы айвы 1-63, 2-1, 2-5, 2-6,

2-7, 2-31, контролем служили районированные подвои – айва ВА-29 и С1. Повторность вариантов 4-кратная, на учетной делянке до 4 учетных деревьев.

Схема посадки – 4,5 × 1,5 м, плотность посадки – 1480 дер/га. Система формирования кроны – свободное веретено.

Сорт груши Просто Мария – среднего срока созревания, дерево среднерослое; вступает в плодоношение на 3-й год после посадки в сад однолетними саженцами на семенном подвое. В государственный реестр сортов включен в 2011 г. [8].

Сорт груши Завяя – позднего срока созревания, дерево среднерослое; вступает в плодоношение на 3-й год после посадки в сад однолетними саженцами на семенном подвое [8]. В государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений включен в 2022 г.

Учеты и наблюдения: сила роста деревьев – площадь поперечного сечения штамба (ППСШ) (окружность штамба – мерной лентой на высоте 25 см от поверхности почвы) и ее прирост, длина однолетнего прироста, площадь листовой поверхности, учет урожая (кг/дер. и т/га) осуществляли согласно общепринятым методикам [9, 10].

Статистическая обработка полученных данных проведена методом однофакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [11].

Почва участка дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на мощном легком лессовидном суглинке, относится к 1-й бонитировочной группе.

Система содержания почвы: в приствольных полосах – гербицидный пар, в междурядьях – естественный газон с 6–8-кратным скашиванием за сезон вегетации. Защита от болезней и вредителей согласно рекомендациям РУП «Институт защиты растений».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Силу роста деревьев характеризуют такие показатели, как ППСШ, длина однолетнего прироста, габариты (параметры кроны).

Проведенные исследования показали, что у деревьев груши сорта Просто Мария достоверно большую ППСШ у деревьев по сравнению с контрольным подвоем ВА-29 отмечали на формах айвы 2-5 – больше на 3,42 см², 2-6 – на 3,18, 2-7 – на 3,79 см²; достоверно меньшую ППСШ деревьев по сравнению с контрольным подвоем С1 отмечали на форме айвы 1-63 – на 4,13 см² (табл. 1).

Таблица 1. Сила роста деревьев груши сортов Просто Мария и Завяя на различных формах айвы, используемых в качестве подвоя, 2022 г.

Подвой (форма айвы)	ППСШ, см ² /дер.	Суммарная длина однолетнего прироста, м	Площадь листьев, м ² /дер.	Габариты дерева, м			Площадь горизонтальной проекции кроны, м ²
				высота дерева	длина кроны	ширина кроны	
Просто Мария							
ВА-29 (к.)	6,18	1,72	1,28	2,4	0,9	1,0	0,9
С1 (к.)	9,25	6,17	2,04	2,8	1,0	1,1	1,1
1-63	5,12	0,64	0,65	2,1	1,0	0,8	0,8
2-1	7,68	5,44	1,21	2,6	0,7	1,0	0,7
2-5	9,60	9,12	1,95	2,9	1,5	1,2	1,8
2-6	9,36	3,58	1,87	2,7	1,1	0,9	1,0
2-7	9,97	3,65	1,64	3,2	1,6	1,2	1,9
2-31	8,42	3,15	1,45	2,6	1,4	0,8	1,1
НСР ₀₅ (1-й к.)	2,854	0,943	0,559	–	–	–	–
НСР ₀₅ (2-й к.)	1,872	1,295	0,504	–	–	–	–
Завяя							
2-1	13,52	2,33	2,96	2,4	1,3	1,2	1,6
2-5	14,40	10,04	2,80	2,8	1,2	1,2	1,4
2-6	22,15	18,31	4,71	3,0	1,7	1,7	2,8
2-7	14,30	13,47	3,28	2,9	1,6	1,4	2,2
2-31	18,58	10,05	3,71	2,7	1,5	1,7	2,6
НСР _{0,05}	2,282	1,773	0,775	–	–	–	–

Деревья сорта Просто Мария, привитые на клоновый подвой С1, по показателю ППСШ превосходили в 1,5 раза таковые, привитые на подвой ВА-29.

У деревьев груши сорта Завея бóльшую ППСШ отмечали на формах айвы 2-6 и 2-31 – 22,15 и 18,58 см² соответственно, меньшую – на форме айвы 2-1 – 13,52 см².

На четвертый год после посадки суммарная длина однолетнего прироста различалась в зависимости от формы подвоя и у деревьев груши сорта Просто Мария была достоверно больше по сравнению с контрольным подвоем ВА-29 на формах айвы 2-1 – в 3,2 раза, 2-5 – в 5,3; 2-6 и 2-7 – в 2,1; 2-31 – в 1,8 раза, больше по сравнению с контрольным подвоем С1 на форме айвы 2-5 – в 1,5 раза; меньшая длина однолетнего прироста была на форме айвы 1-63 – в 2,7 раза по сравнению с контрольным подвоем ВА-29 и в 9,6 раза по сравнению с контрольным подвоем С1.

Деревья сорта Просто Мария, привитые на подвой С1, по показателю суммарной длины однолетнего прироста превосходили в 3,6 раза таковые, привитые на подвой ВА-29.

У деревьев груши сорта Завея бóльшая суммарная длина однолетнего прироста отмечена на формах айвы 2-5, 2-6, 2-7, 2-31, а достоверно меньшая – на форме айвы 2-1.

В результате проведенных учетов и расчетов установлено, что бóльшую площадь листьев на дереве у сорта Просто Мария отмечали на контрольном подвое С1 – 2,04 м², а также на формах айвы 2-5 и 2-6 – 1,95 и 1,87 м² соответственно по сравнению с контрольным подвоем ВА-29 (1,28 м²). Меньшую площадь листьев по сравнению с контрольным подвоем ВА-29 (1,28 м²) отмечали на форме айвы 1-63 (0,65 м²), по сравнению с контрольным подвоем С1 – на формах айвы 1-63, 2-1 и 2-31.

У сорта Завея бóльшая площадь листьев на дереве была отмечена на форме айвы 2-6 – 4,71 м², а меньшая – на формах айвы 2-1 и 2-5 – 2,96 и 2,80 м² соответственно.

Габариты деревьев груши также зависели от формы айвы, используемой в качестве подвоя. Так, по сравнению с контрольными подвоями большей высоты деревья груши сорта Просто Мария достигли на формах айвы 2-5 (2,9 м) и 2-7 (3,2 м), где отмечены также бóльшие параметры кроны и соответственно бóльшая площадь горизонтальной проекции кроны. Меньшие габариты растений у сорта по сравнению с контрольными подвоями отмечали на формах айвы 1-63 и 2-1.

Деревья сорта Просто Мария, привитые на подвой С1, по габаритам (высота и параметры кроны) превосходили в 1,2 раза таковые, привитые на подвой ВА-29.

Деревья груши сорта Завея на всех изучаемых формах айвы достигли высоты в 2,7–3,0 м, за исключением формы 2-1 (2,4 м). Бóльшие габариты (длина и ширина) кроны деревьев у сорта отмечали на формах айвы 2-6, 2-7 и 2-31, а меньшие – на формах айвы 2-1 и 2-5.

Сила роста деревьев на одних и тех же подвоях зависела от биологических особенностей сортов и была значительно больше по показателям у сорта Завея по сравнению с сортом Просто Мария. Так, ППСШ у деревьев сорта Просто Мария была меньше на форме айвы 2-1 в 1,8 раза, на форме айвы 2-5 – в 1,5, на форме айвы 2-6 – в 2,4, на форме айвы 2-7 – в 1,4, на форме айвы 2-31 – в 2,2 раза, чем у деревьев сорта Завея на этих же формах айвы; площадь листьев была меньше в 1,4–2,6 раза, а площадь горизонтальной проекции – меньше в 1,2–2,9 раза. Таким образом, по показателям силы роста деревья сорта Завея на одинаковых формах подвоев более чем в 2 раза превышали силу роста деревьев сорта Просто Мария.

В третьем вегетационном сезоне (2021 г.) на деревьях сформировались только единичные плоды, урожайность была незначительной (табл. 2).

На четвертый год после посадки у всех привойно-подвойных комбинаций груши наблюдали плодоношение, т. е. получен урожай не менее 2 кг с дерева, что можно считать сроком начала вступления в плодоношение.

У сорта Просто Мария достоверно больше плодов сформировалось на формах айвы 1-63 – 4,16 кг/дер. (или 6,16 т/га), 2-7 – 4,90 кг/дер. (или 7,25 т/га) и 2-31 – 5,22 кг/дер. (или 7,73 т/га) по сравнению с контрольными подвоями.

У сорта Завея бóльшую урожайность отмечали на формах айвы 2-5 – 3,65 кг/дер. (или 5,40 т/га), 2-6 – 5,91 кг/дер. (или 8,75 т/га) и 2-7 – 4,32 кг/дер. (или 6,40 т/га).

Таблица 2. Урожайность деревьев группы сортов Просто Мария и Завея на различных формах айвы, используемых в качестве подвоя, 2021–2022 гг.

Год	Подвой								НСР ₀₅ (1-й к.)	НСР ₀₅ (2-й к.)
	ВА-29 (к.)	С1 (к.)	1-63	2-1	2-5	2-6	2-7	2-31		
Урожайность, кг/дер.										
Просто Мария										
2021	0,83	0,33	0,85	0,47	0,62	0,72	0,80	1,10	0,352	0,198
2022	2,10	2,24	4,16	2,36	3,40	2,57	4,90	5,22	1,805	1,726
Завея										
2021	–	–	–	0,05	0,49	0,05	0,06	0,01	0,242	–
2022	–	–	–	2,10	3,65	5,91	4,32	2,69	0,968	–
Урожайность, т/га										
Просто Мария										
2021	1,23	0,49	1,26	0,70	0,92	1,07	1,18	1,63	–	–
2022	3,11	3,32	6,16	3,49	5,04	3,81	7,25	7,73	–	–
Завея										
2021	–	–	–	0,07	0,72	0,07	0,09	0,01	–	–
2022	–	–	–	3,11	5,40	8,75	6,40	3,99	–	–

Удельная продуктивность позволяет оценить привойно-подвойные комбинации с точки зрения оптимального соотношения показателей роста и развития (урожая) растений. Большая удельная продуктивность на единицу ППСШ отмечена у сорта Просто Мария на формах айвы 1-63 – 0,81 кг/см²; 2-7 – 0,65; 2-31 – 0,62 кг/см² (табл. 3). Большая удельная продуктивность листьев отмечена у сорта на формах айвы 1-63 – 6,40 кг/м²; 2-1 – 1,95; 2-7 – 2,99; 2-31 – 3,58 кг/м². По показателю удельной продуктивности площади проекции кроны у деревьев сорта Просто Мария выделились формы айвы 1-63 – 5,20 кг/м²; 2-1 – 3,37; 2-31 – 4,66 кг/м².

Таблица 3. Удельная продуктивность деревьев группы сортов Просто Мария и Завея на различных формах айвы, используемых в качестве подвоя, 2022 г.

Подвой (форма айвы)	Просто Мария			Завея		
	Удельная продуктивность					
	ППСШ, кг/см ²	листья, кг/м ²	проекция кроны, кг/м ²	ППСШ, кг/см ²	листья, кг/м ²	проекция кроны, кг/м ²
ВА-29 (к.)	0,34	1,64	2,33	–	–	–
С1 (к.)	0,24	1,10	2,04	–	–	–
1-63	0,81	6,40	5,20	–	–	–
2-1	0,31	1,95	3,37	0,16	0,71	1,35
2-5	0,35	1,74	1,89	0,25	1,30	2,53
2-6	0,27	1,37	2,60	0,27	1,25	2,04
2-7	0,65	2,99	2,55	0,30	1,32	1,93
2-31	0,62	3,58	4,66	0,14	0,73	1,05

Деревья сорта Просто Мария, привитые на подвой ВА-29, по удельным показателям превосходили в 1,14–1,49 раза таковые, привитые на подвой С1.

У сорта Завея большие показатели удельной продуктивности ППСШ, листовой поверхности и проекции кроны отмечены на формах айвы 2-5 – 0,25 кг/см², 1,30 и 2,53 кг/м² соответственно, 2-6 – 0,27 кг/см², 1,25 и 2,04 кг/м² соответственно, 2-7 – 0,30 кг/см², 1,32 и 1,93 кг/м² соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Менее сильнорослыми – ППСШ, высота дерева и габариты кроны, длина однолетнего прироста, площадь листовой поверхности – были деревья сорта Просто Мария на форме айвы 1-63 по сравнению с районированными клоновыми подвоями ВА-29 и С1.

Деревья груши сорта Просто Мария на формах айвы 2-1 и 2-31 по показателям роста были сопоставимы с силой роста деревьев, привитых на районированные клоновые подвои. Более сильнорослыми, по сравнению с районированным клоновым подвоем ВА-29, были деревья сорта, привитые на формах айвы 2-5, 2-6 и 2-7.

У сорта Завея менее сильнорослыми по показателям роста были деревья, привитые на форме айвы 2-1, а более сильнорослыми – на форме айвы 2-6.

Сила роста деревьев на одних и тех же формах подвоев зависела от биологических особенностей сортов. Деревья сорта Завея более чем в 2 раза превышали силу роста (по показателям) деревьев сорта Просто Мария, что отмечалось также и визуально.

Сроком вступления в плодоношение (началом плодоношения) сортов Просто Мария и Завея на различных формах айвы, используемых в качестве клонового подвоя, когда был получен первый значимый урожай – более 2 кг/дер., следует считать четвертый год после посадки.

По показателям роста растений, урожайности, удельной продуктивности ППСШ, листовой поверхности, проекции кроны в молодом саду были выделены следующие формы айвы, используемые в качестве клоновых подвоев: для сорта Просто Мария – 1-63, 2-7 и 2-31, для сорта Завея – 2-5, 2-6 и 2-7.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Торопова, Г. Н. Перспектива возделывания груши в Подмоскowie / Г. Н. Торопова // Садоводство и виноградарство. – 2000. – № 5–6. – С. 8–9.
2. Шлома, М. Будем ли есть свои груши? / М. Шлома // Хозяин. – 1998. – № 6. – С. 4–5.
3. Самусь, В. А. Размножение клоновых подвоев груши, сливы, вишни и черешни одревесневшими черенками / В. А. Самусь, Н. Н. Драбудько, С. А. Гаджиев // Плодоводство : сб. науч. тр. / Ин-т плодоводства Нац. акад. наук Беларуси ; редкол.: В. А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2005. – Т. 17, ч. 1. – С. 94–97.
4. Витковский, В. Л. Плодовые растения мира / В. Л. Витковский. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2003. – 591 с.
5. Самусь, В. А. Хозяйственно-биологическая характеристика клоновых подвоев груши в маточнике / В. А. Самусь, Н. А. Скок // Плодоводство : науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – Т. 21. – С. 148–155.
6. Скок, Н. А. Изучение местных форм айвы (*Cydonia oblonga*) в качестве клоновых подвоев груши в маточнике / Н. А. Скок // Плодоводство : науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – Т. 21. – С. 156–165.
7. Самусь, В. А. Хозяйственно-биологическая характеристика местных и интродуцированных форм айвы (*Cydonia oblonga*) в качестве клоновых подвоев для груши в маточнике / В. А. Самусь, М. А. Шкробова, В. А. Левшунов // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – Т. 31. – С. 55–61.
8. Генофонд плодовых и ягодных растений Беларуси: атлас сортов плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда / З. А. Козловская [и др.] ; под общ. ред. З. А. Козловской, А. А. Таранова. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 542 с.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигадло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
10. Девятков, А. С. Определение площади листовой поверхности плодоносящего плодового дерева / А. С. Девятков // Садоводство и виноградарство. – 1986. – № 10. – С. 50–53.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1979. – 416 с.

GROWTH AND YIELD OF PEAR TREES ON FORMS OF QUINCE AS ROOTSTOCKS IN A YOUNG GARDEN

N. G. KAPICHNIKOVA, I. S. LEONOVICH, A. V. BUIMISTROVA

Summary

The article presents two-year survey results of the indicators of the growth force and yield of pear trees of the Prosto Maria and Zaveya varieties on various forms of quince used as a clonal rootstock in a young garden (2018–2019 planting) of the Fruit Growing Technology Department of RUE “Institute of Fruit Growing”.

Drawing on a range of indications (cross-sectional area of a stem, total length of annual increment, leaf surface area, tree height and crown dimensions, yield, specific productivity indicators), quince forms used as clone rootstocks in a young garden were identified: 1-63, 2-7 and 2-31 – for the Prosto Maria variety, 2-5, 2-6 and 2-7 – for the Zaveya variety.

Keywords: pear, variety, rootstock, shape, quince, growth force, stem cross-sectional area, length of annual increment, leaf surface area, crown dimensions, yield, specific productivity, Belarus.

Поступила в редакцию 29.03.2023

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЛОРУССКИХ ИЗОЛЯТОВ ФИТОПЛАЗМЫ МАЛИНЫ

Т. Н. БОЖИДАЙ, Е. В. КОЛБАНОВА

РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by

АННОТАЦИЯ

Сравнение нуклеотидных последовательностей выделенных изолятов с последовательностями, представленными в международной базе данных, показало, что все белорусские изоляты фитоплазмы, выделенные из малины сортов Вольница, Улада, Спутница, Бальзам, Гусар и гибрида 06/1-02-12, относятся к виду *Ca. P. rubi*. Степень идентичности исследуемых нуклеотидных последовательностей белорусских изолятов *Ca. P. rubi* и последовательностей из международной базы данных колеблется в пределах 99,21–100,0 %. Кластерный анализ изучаемых и ранее опубликованных нуклеотидных последовательностей фрагмента 16S rRNA гена изолятов *Ca. P. rubi* показал, что корреляции между группированием изолятов и их географическим происхождением, а также в зависимости от растения, из которого был выделен изолят, не обнаружено.

Ключевые слова: малина, фитоплазма, ДНК, ПЦР, филогенетический анализ, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее экономически важным заболеванием малины является израстание малины (*Candidatus Phytoplasma rubi*). Характерный симптом поражения малины фитоплазмой – образование массы адвентивных (придаточных) почек на корнях, из которых в виде пучков развивается большое количество (до 300 шт.) тонких побегов (из-за этого заболевание получило свое название). Побеги значительно короче здоровых, при сильном поражении длина их может составлять всего 10–15 см. Подвержены заболеванию как молодые, так и старые растения малины. Листья хлоротичные, мелкие, видоизмененные. Иногда болезнь проявляется израстанием не только вегетативной части, но и генеративной. Части цветка становятся листоподобными, пестики и тычинки недоразвитые и, как следствие, стерильные [1–3].

Еще одним признаком израстания малины является карликовость. Кусты отстают в росте. В такой форме они могут прожить до десяти лет, не выздоравливая и слабея с каждым годом. Иногда инфицированные кусты зимой вымерзают [2].

Потери урожая от фитоплазмы израстания достигают 80–90 %, но нередки случаи полной стерильности растений и их гибели. После двух – трех лет заражения общий рост зараженных растений ослабевает или прекращается совсем, плодоносящих побегов не образуется [4].

В регионе ЕРРО фитоплазма входит в список объектов, рекомендуемых для сертификационных схем производства безвирусного посадочного материала малины [5].

Основным методом выявления фитоплазмы является полимеразная цепная реакция (ПЦР). Разработан ряд универсальных праймеров для ПЦР, обеспечивающих амплификацию участка 16S rRNA гена различных фитоплазм [6–10].

Достоверными методами определения вида фитоплазмы является секвенирование участков генома и их дальнейшее сравнение с депозитами, относящимися к разным видам из международной генетической базы данных.

Цель исследования – молекулярно-генетическая идентификация нуклеотидных последовательностей фрагмента 16S rRNA гена белорусских изолятов фитоплазмы малины и сравнительный анализ с последовательностями, представленными в международной базе данных.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в отделе биотехнологии РУП «Институт плодоводства» в рамках НИР 1.5.6 «Молекулярно-генетическая идентификация, диагностика и распространенность фитоплазменных патогенов ягодных культур в Беларуси» (№ ГР 20213194) задания 1.5 «Изучение

состава, структуры и процессов формирования биологического разнообразия вредителей, болезней и сорных растений в агроценозах для научного обоснования интегрированных систем защиты растений», ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность».

Объекты исследования – фитоплазма малины.

Материалом для исследования служили образцы ДНК, выделенные из растений малины с симптомами фитоплазмы (рис. 1).

ДНК выделяли коммерческим набором реактивов GeneJET Plant Genomic DNA Purification Mini Kit (Thermo Scientific, Литва). Измерение концентрации ДНК в полученном растворе проводили с помощью спектрофотометра NanoPhotometer (Implen, Германия).

ДНК использовали для полимеразной цепной реакции с вложенной парой праймеров (гнездовая ПЦР). Праймеры, используемые в работе, приведены в табл. 1 [7–10].

Аmplификацию проводили с использованием Taq DNA Polymerase (Thermo Scientific, Литва) и амплификатора C1000 Touch (Bio-Rad, США).

Условия проведения гнездовой ПЦР: 95 °С в течение 5 мин; 35 циклов при 95 °С в течение 30 с, 50 °С в течение 30 с (для праймеров P1/P7) и 55 °С в течение 30 с (для праймеров R16F2п/R16R2) и 72 °С в течение 2 мин; 72 °С в течение 5 мин.

Продукты амплификации после гнездовой ПЦР анализировали с помощью электрофореза в 1%-ном агарозном геле.

Аmplифицированные фрагменты 16S rRNA гена шести белорусских изолятов были секвенированы на генетическом анализаторе AB 3130 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, США) в ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси».



Рис. 1. Растения малины с симптомами поражения фитоплазмой

Таблица 1. Праймеры, использованные для диагностики фитоплазмы

Праймеры	Последовательность (5'-3')	Размер ожидаемого ПЦР-продукта, п. н.
P1	AAGAGTTTGATCCTGGCTCAGGATT	1800
P7	CGTCCTTCATCGGCTCTT	
R16F2п	GAAACGACTGCTAAGACTGG	1245
R16R2	TGACGGGCGGTGTGTACAACCCCG	

Для просмотра секвенограмм применяли SnapGene Viewer 6.0.7. Для анализа нуклеотидных последовательностей использовали программный пакет MEGA 11. Множественное выравнивание последовательностей осуществляли при помощи Clustal W алгоритма. Филогенетические деревья были построены с помощью программы MEGA 11 методом Neighbour-Joining. Цифрами обозначены достоверности (в процентах) расхождения ветвей, выявленные с помощью бутстреп-анализа (1000 реплик), который позволяет оценить статистическую надежность каждого из узлов построенного древа. В случае бутстреп-поддержки ниже 70 % статистическая надежность данного узла считалась недостоверной.

Анализ идентичности нуклеотидных последовательностей всех исследуемых образцов осуществляли с использованием базы данных GenBank при помощи BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov>).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для проведения молекулярно-генетического анализа были выделены шесть изолятов фитоплазм из зараженных растений малины. ДНК выделенных изолятов использовали для амплификации фрагмента 16S rRNA гена.

Продукты ПЦР-амплификации были использованы для определения нуклеотидной последовательности. Всего было секвенировано 6 фрагментов 16S rRNA гена фитоплазмы, выделенных из 6 зараженных растений.

В результате проведенных исследований были получены данные о нуклеотидных последовательностях участка 16S rRNA гена белорусских изолятов фитоплазмы малины. Длина полученных нуклеотидных последовательностей составила 379–608 нуклеотидов (табл. 2).

Таблица 2. Выделенные из растений малины белорусские изоляты фитоплазмы

Гибрид/сорт	Название изолята	Длина фрагмента ДНК, п. н.
06/1-02-12	PR-h-BY	434
Вольница	PR-V-BY	570
Усада	PR-U-BY	530
Спутница	PR-S-BY	379
Бальзам	PR-B-BY	568
Гусар	PR-G-BY	608

С помощью анализа последовательности генов и их дальнейшего сравнения с генотипами разных видов фитоплазм из международной базы данных можно избежать неверного определения вида изолятов фитоплазм. Полученные нуклеотидные последовательности фрагмента 16S rRNA гена шести белорусских изолятов сравнивали с последовательностями, кодирующими ту же область различных видов фитоплазм, представленных в международной базе данных (EMBL/GenBank) (табл. 3).

Таблица 3. Изоляты различных видов *Candidatus Phytoplasma*, нуклеотидные последовательности которых использованы для филогенетического анализа

GenBank №	Вид фитоплазмы	Таксономическая группа
FN298629.1	<i>Candidatus Phytoplasma asteris</i>	16SrI – Aster yellows group
OP935760.1	<i>Candidatus Phytoplasma australasia</i>	16SrII – Peanut WB group
KX470429.1	<i>Candidatus Phytoplasma pruni</i>	16SrIII – X-disease group
KF716177.2	'Acrocomia aculeata' palm phytoplasma	16SrIV – Coconut lethal yellows group
KF583773.1	<i>Candidatus Phytoplasma phoenicium</i>	16SrIX – Pigeon pea witches'-broom group
MH801133.2	<i>Candidatus Phytoplasma rubi</i>	16SrV – Elm yellows group
KY321932.1	<i>Candidatus Phytoplasma trifolii</i>	16SrVI – Clover proliferation group
MW264918.1	<i>Candidatus Phytoplasma castaneae</i>	16SrVI – Clover proliferation group
KR270802.1	<i>Candidatus Phytoplasma fraxini</i>	16SrVII – Ash yellows group
MT431551.1	<i>Candidatus Phytoplasma stylosanthis</i>	16SrVIII – Loofah witches'-broom group
AJ542544.1	<i>Candidatus Phytoplasma prunorum</i>	16SrX – Apple proliferation group
AM404165.1	<i>Candidatus Phytoplasma mali</i>	16SrX – Apple proliferation group
JN644986.1	<i>Candidatus Phytoplasma pyri</i>	16SrX – Apple proliferation group
R869146.1	<i>Candidatus Phytoplasma cirsi</i>	16SrXI – Rice yellow dwarf group
HM104662.1	<i>Candidatus Phytoplasma fragariae</i>	16SrXII – Stolbur group
KF996535.1	<i>Candidatus Phytoplasma solani</i>	16SrXII – Stolbur group
KX789085.1	<i>Candidatus Phytoplasma hispanicum</i>	16SrXIII – Mexican periwinkle virescence group
ON568305.1	<i>Candidatus Phytoplasma cynodontis</i>	16SrXIV – Bermuda white leaf group
ON000496.1	<i>Candidatus Phytoplasma brasiliense</i>	16SrXV – Hibiscus witches'-broom group
KY047493.1	<i>Candidatus Phytoplasma omanense</i>	16SrXXIX – Cassia witches'-broom group

Для проведения анализа филогенетического положения исследуемых видов фитоплазм было проанализировано 20 фрагментов ДНК изолятов различных видов *Candidatus Phytoplasma*, относящихся к 16 таксономическим группам.

На филогенетическом дереве (рис. 2), построенном с помощью алгоритма Neighbour-Joining на основе сравнения нуклеотидных последовательностей участка 16S rRNA гена изолятов различных видов *Candidatus Phytoplasma*, все изучаемые образцы образовывали один кластер

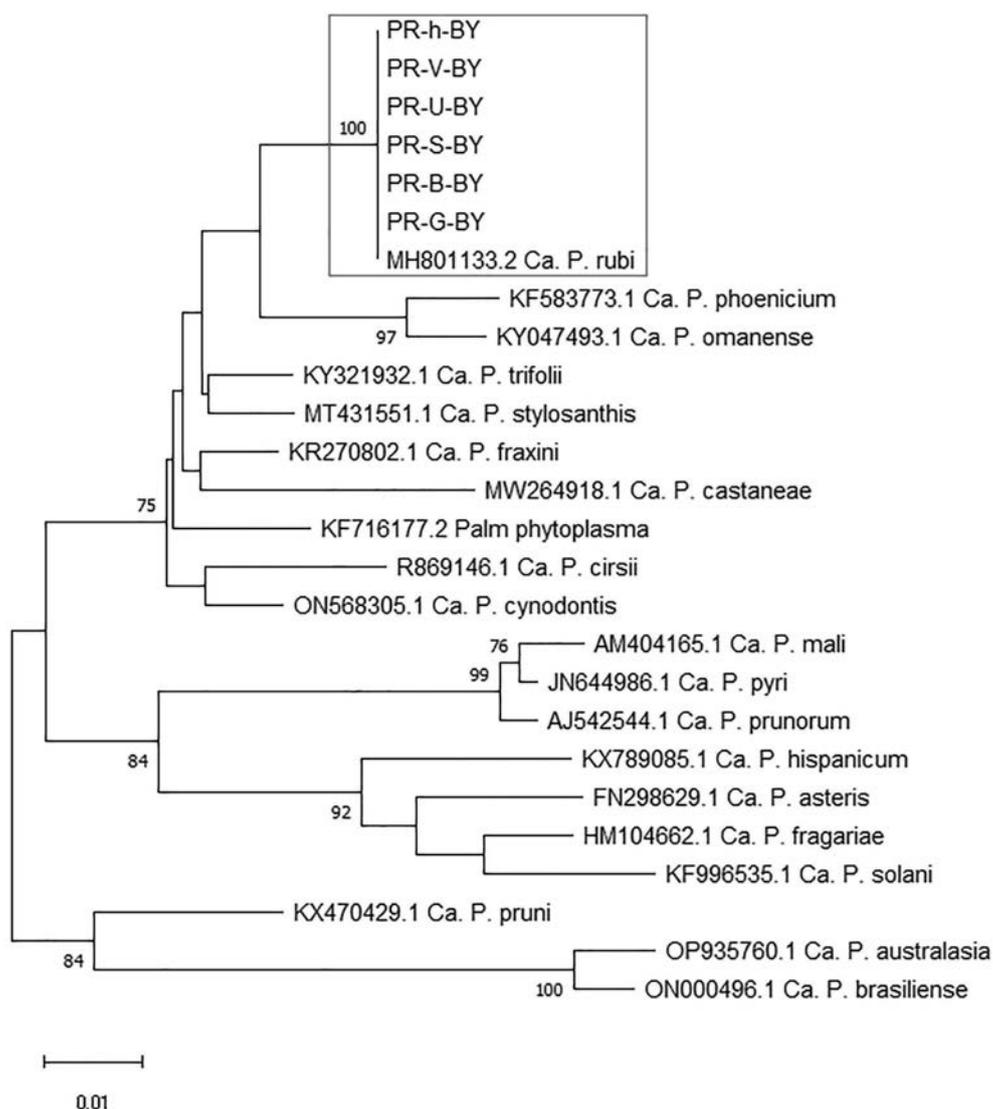


Рис. 2. Филогенетическое дерево 26 фрагментов 16S rRNA гена изолятов различных видов *Candidatus Phytoplasma*

с изолятом *Ca. P. rubi* (MH801133.2) с бутстреп-поддержкой 100 %, это позволяет сделать вывод о том, что все белорусские изоляты фитоплазмы, выделенные из малины сортов Вольница, Услада, Спутница, Бальзам, Гусар и гибрида 06/1-02-12, относятся к виду *Ca. P. rubi* (*Rubus stunt phytoplasma*, израстание малины), принадлежащему группе 16SrV (*Elm yellows group*).

С целью сравнения нуклеотидных последовательностей белорусских изолятов *Ca. P. rubi* с изолятами, представленными в международной генетической базе данных (EMBL/GenBank), проведен анализ нуклеотидных последовательностей в системе NCBI BLAST.

Степень идентичности исследуемых нуклеотидных последовательностей белорусских изолятов фитоплазмы и последовательностей из международной базы данных (EMBL/GenBank) колеблется в пределах 99,21–100,0 % (табл. 4).

Сопоставление полученных последовательностей с 10 известными последовательностями 16S rRNA генов различных изолятов фитоплазмы малины позволило построить филогенетическое дерево (рис. 3). Изоляты разделились на два кластера (отдельным кластером выделились изоляты AY197648.1, HM118514.1, MN279544.1, CP114006.1) с бутстреп-поддержкой ниже 70 %, следовательно, статистическая надежность данных узлов не достоверна.

Таблица 4. Идентичность нуклеотидных последовательностей участка 16S rRNA гена белорусских изолятов фитоплазмы малины и последовательностей из международной базы данных

GenBank №	Растение, из которого выделен изолят	Страна происхождения	Идентичность нуклеотидных последовательностей, %					
			PR-h-BY	PR-V-BY	PR-U-BY	PR-S-BY	PR-B-BY	PR-G-BY
AY197648.1	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	Италия	99,77	99,82	99,81	99,74	99,82	99,84
AY197649.1	<i>Rubus fruticosus</i> L.	Италия	100,0	99,82	99,81	100,0	99,82	99,84
AY197650.1	<i>Rubus idaeus</i> L.	Швейцария	100,0	99,82	99,81	100,0	99,82	99,84
AY197651.1	<i>Rubus caesius</i> L.	Германия	100,0	99,82	99,81	100,0	99,82	99,84
HM118514.1	<i>Rubus idaeus</i> L.	Литва	99,31	99,47	99,43	99,21	99,47	99,67
KX012939.1	<i>Rubus idaeus</i> L.	Россия	99,73	99,61	99,56	99,68	99,61	99,48
MH279544.1	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	Германия	99,77	99,65	99,62	99,74	99,65	99,51
MH801133.2	<i>Rubus plicatus</i> Weihe & Nees	Бельгия	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Y16395.1	<i>Rubus fruticosus</i> L.	Италия	99,77	99,82	99,81	99,74	99,82	99,51
CP114006.1	<i>Rubus caesius</i> L.	Германия	99,77	99,82	99,81	99,74	99,82	99,84

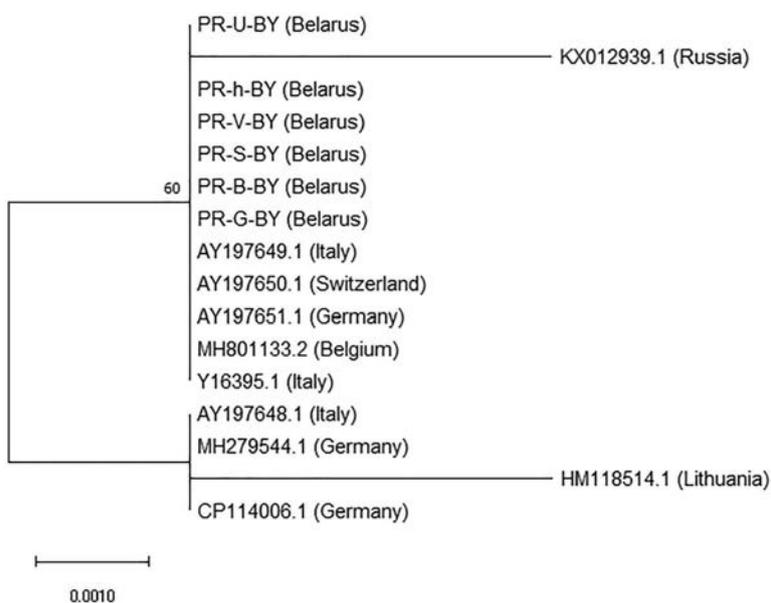


Рис. 3. Филогенетическое дерево, построенное с помощью алгоритма Neighbour-Joining на основе сравнения нуклеотидных последовательностей фрагмента 16S rRNA гена изолятов *Ca. P. rubi*

Кластерный анализ изучаемых и ранее опубликованных нуклеотидных последовательностей фрагмента 16S rRNA гена изолятов *Ca. P. rubi*, выделенных на территории Италии, Бельгии, Литвы, Германии, Швейцарии, России, показал, что последовательности близкородственны, корреляции между группированием изолятов и их географическим происхождением не обнаружено. Кластеризация изолятов в зависимости от растения, из которого был выделен изолят, также не выявлена (см. рис. 3).

Последовательности фрагмента 16S rRNA гена всех изучаемых белорусских изолятов *Ca. P. rubi* (16SrV – Elm yellows group) депонированы в международной базе данных EMBL с присвоением идентификационных номеров: PR-h-BY – OX421881, PR-V-BY – OX421984, PR-U-BY – OX422044, PR-S-BY – OX421983, PR-B-BY – OX421985, PR-G-BY – OX422009.

Полученные нуклеотидные последовательности доступны в международной базе генетических данных NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>), Европейском нуклеотидном архиве ENA

(<https://www.ebi.ac.uk/ena>) и Японском банке данных ДНК DDBJ (<https://www.ddbj.nig.ac.jp/ddbj>) для дальнейшего использования исследователями для разработки методов видовой идентификации и других практических целей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, секвенировано 6 фрагментов 16S rRNA гена фитоплазмы, выделенных из 6 зараженных растений. Сравнение нуклеотидных последовательностей выделенных изолятов с последовательностями, представленными в международной базе данных, показало, что все белорусские изоляты фитоплазмы, выделенные из малины сортов Вольница, Услава, Спутница, Бальзам, Гусар и гибрида 06/1-02-12, относятся к виду *Ca. P. rubi*.

Степень идентичности исследуемых нуклеотидных последовательностей белорусских изолятов *Ca. P. rubi* и последовательностей из международной базы данных колеблется в пределах 99,21–100,0 %.

Кластерный анализ изучаемых и ранее опубликованных нуклеотидных последовательностей фрагмента 16S rRNA гена изолятов *Ca. P. rubi* показал, что корреляции между группированием изолятов и их географическим происхождением, а также в зависимости от растения, из которого был выделен изолят, не обнаружено.

Последовательности фрагмента 16S rRNA гена белорусских изолятов *Ca. P. rubi* депонированы в международную генетическую базу данных с присвоением идентификационных номеров (OX421881, OX421984, OX422044, OX421983, OX421985, OX422009).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кухарчик, Н. В. Вирусные и фитоплазменные болезни плодовых и ягодных культур в Беларуси / Н. В. Кухарчик. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 209 с.
2. Матяшова, Г. А. Разработка и совершенствование методов диагностики фитоплазм – возбудителей болезней плодовых и ягодных культур : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.07 / Г. А. Матяшова. – М., 2017. – 150 л.
3. Linck, H. *Rubus* stunt: a review of an important phytoplasma disease in *Rubus* spp. / H. Linck, A. Reineke // J. of Plant Diseases and Protection. – 2019. – Vol. 126. – P. 393–399.
4. Тихонова, К. О. Распространенность, вредоносность вирусных болезней и эффективные методы оздоровления малины : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / К. О. Тихонова. – М., 2016. – 127 л.
5. Certification scheme for *Rubus*. EPPO Standards PM 4/10 (2) // Bulletin OEPP/EPPO. – 2009. – Vol. 39. – P. 271–277.
6. Cieslinska, M. Detection and characterization of phytoplasmas associated with diseases of *Rubus* spp. in Poland / M. Cieslinska // J. of Plant Pathology. – 2011. – Vol. 93(1). – P. 51–56.
7. Deng, S. Amplification of 16S rRNA genes from culturable and nonculturable mollicutes / S. Deng, C. Hiruki // J. of Microbiol. Methods. – 1991. – Vol. 14 (1). – P. 53–61.
8. Molecular and diagnostic procedures in mycoplasmaology / ed.: S. Razin, J. G. Tully. – San Diego : Acad. Press, 1995. – 483 p.
9. Gundersen, D. E. Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer pairs / D. E. Gundersen, I.-M. Lee // Phytopathologia Mediterranea. – 1996. – Vol. 35. – P. 144–151.
10. Detection of multiple phytoplasmas in perennial fruit trees with decline symptoms in Italy / I.-M. Lee [et al.] // Phytopathology. – 1995. – Vol. 85. – P. 728–735.

IDENTIFICATION AND MOLECULAR CHARACTERISTICS OF BELARUSIAN RASPBERRY PHYTOPLASMA ISOLATES

T. N. BOZHIDAI, E. V. KOLBANOVA

Summary

Comparison of the nucleotide sequences of the recovered isolates with the sequences presented in the international database showed that all Belarusian phytoplasma isolates recovered from the Volnitsa, Uslada, Sputnitsa, Balsam, Gusar raspberry varieties and hybrid 06/1-02-12 belong to the species *Ca. P. rubi*. The degree of identity of the studied nucleotide sequences of the Belarusian isolates of *Ca. P. rubi* and sequences from the international database range from 99.21–100.0 %. Cluster analysis of the studied and previously published nucleotide sequences of the 16S rRNA fragment of the *Ca. P. rubi* showed that no correlation was found between the grouping of isolates and their geographical origin, as well as depending on the plant from which the isolate was recovered.

Keywords: raspberry, phytoplasma, DNA, PCR, phylogenetic analysis, Belarus.

Поступила в редакцию 17.03.2023

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ОБРАЗЦОВ МАЛИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SSR-МАРКЕРОВ

Т. А. ГАШЕНКО, Л. В. ФРОЛОВА, Т. Н. БОЖИДАЙ

*РУП «Институт плодородства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

Современный уровень развития селекции и внедрение новых технологий требует усиления контроля за качеством и подлинностью селекционных достижений. В этих условиях особую актуальность приобретает создание молекулярно-генетических паспортов сортов как хранилища оригинальной генетической информации, подтверждающего подлинность селекционного продукта.

В РУП «Институт плодородства» с 2019 г. начата работа по созданию базы молекулярно-генетических паспортов коллекционных образцов отечественных и зарубежных сортов малины летнего срока созревания, необходимых для контроля процесса включения новых образцов в коллекцию во избежание дублирования, а также установления внутривидовых связей и видовой родства генотипов с использованием SSR-анализа, что значительно расширяет возможности верификации сортов.

Для создания паспортов были использованы 8 микросателлитных SSR-маркеров. В результате показан высокий уровень полиморфизма 8 микросателлитных локусов у 47 сортов и гибридов малины различного географического происхождения и выявлен 101 аллель. В зависимости от локуса число аллелей варьировало от 7 до 19. Наиболее полиморфным оказался локус RhM043, а наименее – локус RhM001.

С использованием данных SSR-анализа составлены генетические паспорта 47 образцов малины летнего срока созревания (40 сортов, 7 гибридов), среди которых 9 – белорусской селекции, 24 – российской, 4 – украинской, 2 – казахской, 4 – румынской, 1 – польской и 3 – английской селекции. Среди оцененных генотипов 3 образца отличаются желтой окраской ягод. По результатам исследований построена дендрограмма, показывающая генетическое родство между генотипами малины летнего срока созревания.

Ключевые слова: малина, сорт, гибрид, SSR-маркеры, ДНК-паспорт, дендрограмма, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Огромное разнообразие сортов приводит к необходимости иметь четкую и удобную систему их классификации и идентификации. В настоящее время идентификация сортов производится главным образом по морфологическим признакам и биохимическому составу плодов. Однако использование данных показателей для сортовой идентификации недостаточно. На изменчивость морфологических признаков и биохимического состава плодов оказывают влияние условия окружающей среды. Эффективными методами идентификации сортов растений являются молекулярные методы, так как генетические различия между отдельными организмами наиболее полно представлены на уровне ДНК. Методы ДНК-идентификации находят широкое применение в установлении филогенетических связей между образцами, сортами и видами, анализе эволюционных связей, выяснении структуры популяций. Их можно использовать на любой стадии развития растения начиная с первого года жизни. Применение молекулярных методов особенно актуально в спорных случаях, когда отсутствует возможность различить образцы по морфологическим признакам до вступления растений в плодоношение.

В селекционно-генетических программах, направленных на создание нового поколения сортов малины, все шире используются достижения молекулярной генетики, биотехнологии и геномики.

ДНК-маркеры позволяют ускорить селекционный процесс, облегчается подбор родительских пар для скрещивания, поиск родительского материала в гибридных формах. Маркирование сортового материала позволит оценить значительное разнообразие дикорастущих и культурных форм растений и на их основании создать коллекцию геноплазмы для использования в селекции. Применение молекулярных подходов в изучении филогении уточнит спорные вопросы система-

тики. Установление родственных связей прояснит происхождение многих сортов с неизвестными родословными. Молекулярная идентификация и паспортизация сортов и ценных форм малины расширит возможности системы защиты авторских прав селекционеров [1].

Молекулярно-генетические методы анализа, основанные на проведении полимеразной цепной реакции (ПЦР), за последние 20 лет стали одними из самых популярных и используются в настоящее время для изучения многих видов организмов. Они отличаются высокой эффективностью, производительностью, хорошей воспроизводимостью и относительной экономичностью. Позволяют выявлять молекулярные маркеры на морфофизиологические, в том числе хозяйственно ценные, признаки [2].

Для выявления полиморфизма микросателлитных локусов наиболее часто используют SSR- и ISSR-маркеры (SSR – simple sequence repeats – простые повторяющиеся последовательности; ISSR – inter simple sequence repeats – межмикросателлитные последовательности). В настоящее время праймеры для SSR-анализа разрабатывают на основе информации о фланкирующих микросателлитных повторах участках. Для этого проводят поиск повторов в известных последовательностях или в сиквенсах, полученных в экспериментальных исследованиях.

В дальнейшем многочисленные группы исследователей создавали наборы SSR-маркеров для разных видов малины: *R. hochstetterorum* [3], *R. occidentalis* [4], *R. coreanus* [5], *R. glaucus* [6, 7].

Созданные наборы SSR-маркеров широко применялись для изучения генетического разнообразия и генотипирования селекционных сортов малины [5, 8], малины обыкновенной [9–12] и малины западной [4, 13].

N. Castillo с коллегами [5] проанализировали 48 сортов малины с помощью 13 пар SSR-праймеров, одна из которых была разработана на основе последовательности из GenBank Национального центра биотехнологической информации США, а остальные – на базе геномных библиотек малины сорта Meeker. Обособленные группы были сформированы сортами, сходными по происхождению (созданными с участием *R. strigosus*, *R. idaeus* или межвидовых гибридов), а также сортами, имеющими общий признак – способность к плодоношению на побегах первого года (ремонтантность) [5].

С помощью SSR-маркеров проведено генотипирование российских сортов малины обыкновенной и сортов селекции сопредельных стран [10, 12], а также европейских сортов [11]. В этих исследованиях не было получено четкой кластеризации сортов, созданных в селекционных программах разных стран, и сортов, имеющих различное генетическое происхождение.

Другая область применения SSR-маркеров связана с изучением генетического разнообразия дикорастущих популяций разных видов малины: *R. idaeus* [14], *R. mollucanus* L. [15], *R. crataegifolius*, *R. fruticosus* L., *R. coreanus* Miq. [16]. Анализ разнообразия дикорастущих в Шотландии популяций *R. idaeus* [14] выявил высокий уровень генетического разнообразия: 10 пар SSR-праймеров генерировали 80 аллелей у изученных образцов 12 популяций. Примечательно, что только 18 из них были выявлены у культивируемых образцов малины обыкновенной, что указывает на необходимость расширения генетического разнообразия сортов, в том числе за счет привлечения в скрещивании образцов изученных дикорастущих популяций, и, следовательно, указывает на важность их *in situ* сохранения.

Обратная ситуация выявлена при исследовании полиморфизма дикорастущих популяций *R. occidentalis*, собранных в 27 штатах США и в двух канадских провинциях. Оказалось, что у дикорастущих популяций генетическое разнообразие было ниже, чем у культурных форм малины западной, поэтому, по мнению авторов, данные природные популяции для дальнейших селекционных работ не представляют большого интереса [13].

Для разработки ISSR-маркеров не требуется информации о геномных последовательностях у изучаемых объектов. Анализ образцов дикорастущей малины (*R. idaeus*) из 19 пунктов Черноморского побережья Турции, проведенный при помощи 15 ISSR-праймеров, показал перспективность всех апробированных в этой работе маркеров. Работа В. В. Соболева и коллег была направлена на генотипирование российских сортов малины (15 ремонтантных и 12-летнего срока созревания) и образцов пяти видов малины. Исследуемые образцы разделились по группам на ремонтантные сорта и сорта с летним типом плодоношения.

В Беларуси для изучения представителей рода *Rubus*, в том числе малины, крайне редко прибегали к использованию молекулярно-генетических методов и пользовались ограниченным набором других методов. В то же время при создании современных культурных сортов малины широко применялась межвидовая гибридизация с вовлечением геноплазмы таких видов, как *Rubus idaeus* L., *R. crataegifolius* Bunge, *R. odoratus* L., *R. occidentalis* L., *R. arcticus sfellarcticus* G. Larson. Кроме того, из-за использования в селекции метода свободного опыления и опыления смесью пыльцы родительские формы многих сортов неизвестны, что создает трудности при планировании дальнейшей селекции, составлении схем скрещиваний и т. д. Следовательно, проведение генетического анализа является актуальным как с научной точки зрения, так и с точки зрения практической селекции [2].

В РУП «Институт плодоводства» (Республика Беларусь) с 2019 г. начата работа по созданию базы молекулярно-генетических паспортов коллекционных образцов отечественных и зарубежных сортов с применением SSR-анализа [17]. В первую очередь были разработаны молекулярно-генетические паспорта 16 районированных сортов малины летней и ремонтантной, что положило начало формированию базы ДНК-паспортов данной культуры, позволяющей проводить поиск новых генотипов и исключать дублирующие образцы [18].

Таким образом, исследование и сохранение биологического и генетического разнообразия малины, включающие разработку методов сохранения, изучения, регистрации и ускорения выбора генетических ресурсов для использования в селекции, позволяющих получать новые, с комплексом ценных признаков, генотипы, является актуальным.

Цель работы – ДНК-маркирование геномов малины для создания генетических паспортов и оценки их полиморфизма.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являлись 47 образцов (40 сортов, 7 гибридов) малины летнего срока созревания различного географического происхождения:

9 – белорусской селекции (сорта Аленушка, Двойная, Мядовая, Услада, гибриды 1-46-07, 03-07-08, 10-03-08, 10-30-12, 01-03-13);

24 – российской селекции (Алая россыпь, Антарес, Бальзам, Бархатная, Беглянка, Бригантина, Вольница, Клеопатра, Лавина, Любетовская, Маросейка, Метеор, Награда, Патриция, Пересвет, Сенатор, Свирель, Скромница, Спутница, Таруса, Турмалин, Улыбка, Шоша, Яркая);

4 – украинской селекции (Козачка, Саня, Персея, Феномен);

2 – казахской селекции (гибриды 4-17, 12-4);

4 – румынской селекции (Citria (Ситрия), Gustar (Густар), Rubin (Рубин), Ruvi (Руви));

1 – польской селекции (Laszka (Лашка));

3 – английской селекции (Malling Landmark (Моллинг лендмарк), Northen Giant (Нортен гигант), Octavia (Октавия)).

Среди объектов исследования 3 сорта малины отличаются плодами желтого цвета – Беглянка (Россия), Мядовая (Беларусь), Ситрия (Румыния).

Молекулярно-генетические паспорта сортов малины составляли с выполнением предварительной оптимизации ряда параметров. Препараты ДНК выделяли из листьев малины с помощью набора Genomic DNA Purification Kit (Thermo Fisher Scientific) согласно рекомендованному протоколу. Для проверки концентрации ДНК в выделенных пробах использовали спектрофотометр Implen P330. ПЦР проводили на амплификаторе C1000 Touch Thermal Cycler BioRad.

Для оценки уровня полиморфизма генотипов малины был использован набор из 8 микросателлитных маркеров: № 108, RhM001, RhM003, RiM017, RhM011, RhM043, № 262, RhM021 [5, 19]. Маркеры были сгруппированы в наборы по 2–3 пары с учетом имеющихся сведений об их размерах. Названия маркеров приведены в табл. 1.

Реакционная смесь для проведения ПЦР с конечным объемом 10 мкл имела следующий состав: 5,0 мкл Quick-Load TAQ 2X Master Mix, 10 мкМ каждого праймера, ДНК-матрица (20 мкг/мкл) – 0,5 мкл, смесь доводили до объема 10,0 мкл milliQ водой.

Таблица 1. SSR-праймеры, использованные для ДНК-идентификации сортов малины (2019–2020 гг.)

Название праймера	Последовательность праймеров	Размер аллелей в п. н.
RiM017	F GAAACAGGTGGAAAGAAACCTG	185–205
	R CATGTGCTTATGATGGTTTCG	
RhM011	F AAAGACAAGGCGTCCACAAC	270–319
	R GGTTATGCTTTGATTAGGCTGG	
RhM043	F GGACACGTTCTAACTATGGCT	344–380
	R ATTGTCGCTCCAACGAAGATT	
№ 108	F CCCTACACATCGATCGCTTAC	149–174
	R AACACTCCAAATGCCCAATC	
RhM003	F CCATCTCCAATTCAGTTCTTCC	191–216
	R AGCAGAATCGGTTCTTACAAGC	
RhM001	F GGTTCCGATAGTTAATCCTCCC	233–245
	R CCAACTGTTGTAAATGCAGGAA	
RhM021	F CAGTCCCTTATAGGATCCAACG	278–294
	R GAACTCCACCATCTCCTCGTAG	
№ 262	F TGCATGAAGGCGATATAAAGG	203–229
	R TCCGCAAGGGTTGTATCCTA	

Аmplификацию с праймерами осуществляли при следующих температурных условиях:

1 цикл: 95 °C – 3 мин;

35 циклов: 95 °C – 20 с; 55 °C – 20 с; 72 °C – 20 с;

1 цикл: 72 °C – 8 мин.

Для подтверждения наличия продуктов амплификации предварительно визуализировали в 1,5%-ном агарозном геле. Продукты амплификации разделяли на секвенаторе GenomeLab GeXP Beckman Coulter. В качестве внутреннего стандарта при отработке экспериментальных параметров ПЦР использовали GenomeLab DNA Size Standard Kit – 600 (Beckman Coulter).

Для анализа нуклеотидных последовательностей применяли программный пакет MEGA 6.0. Множественное выравнивание последовательностей осуществляли при помощи Clustal W алгоритма.

Филогенетическое дерево было построено с помощью программы MEGA 6.0 методом Neighbour-Joining. Цифрами обозначены достоверности (в процентах) расхождения ветвей, выявленные с помощью бутстреп-анализа (1000 псевдореплик), который позволяет оценить статистическую надежность каждого из узлов построенного древа. Масштаб показывает эволюционное расстояние, соответствующее пяти заменам на каждую 1000 нуклеотидов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На сегодняшний день микросателлитные ДНК-маркеры являются наиболее распространенным типом ДНК-маркерных систем, используемых при работе с генетическими ресурсами растений – определении структуры коллекций и степени генетического сходства, а также идентификации и ДНК-паспортизации образцов.

Продукты амплификации отличаются по длине фрагментов с точностью до одного нуклеотида, поэтому для их разделения выбран наиболее точный метод электрофореза в секвенирующем акриламидном геле с помощью системы генетического анализа. Использованный метод SSR-маркеров позволяет проводить анализ любых органов растений на различных стадиях онтогенеза, основанный на определении длин фрагментов амплификации (длины аллеля) отдельного локуса для каждого сорта. Длина фрагментов соответствует длине аллелей исследуемых образцов.

Методом SSR-анализа определено разнообразие аллелей в 8 локусах у 47 сортов и гибридов малины. Для каждого используемого маркера определялась длина аллелей и количество полиморфных фрагментов для каждого сорта. Как видно из табл. 2, все рассматриваемые локусы оказались полиморфны. При этом количество аллелей, идентифицированных у образцов малины в каждом локусе, различается.

Наименее полиморфными оказались локусы RhM001 и RhM021, количество обнаруженных аллелей составило 7 и 8 соответственно. С помощью маркеров RiM017 и № 108 количество обнаруженных аллелей составило 9 и 11 соответственно. В локусах RhM011 и RhM003 выявили 14 и 15 аллелей соответственно. Максимальное количество аллелей было выявлено в локусах № 262 и RhM043 – 18 и 19 соответственно.

Количество выявляемых аллелей в локусе зависит от состава выборки исследуемых образцов и значительно увеличивается при большем разнообразии генотипов. В общей сложности среди 47 образцов малины анализ локусов микросателлитных последовательностей с помощью выбранных маркеров позволил выявить 101 аллель.

Таблица 2. Количество и длина SSR-аллелей в геноме малины

Праймер	Количество аллелей	Детектируемые SSR-аллели в геноме малины
RiM017	9	184, 186, 187, 192, 193, 194, 195, 196, 197
RhM011	14	285, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 301, 306, 308
RhM043	19	358, 359, 360, 361, 363, 364, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 381, 382
№ 108	11	152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162
RhM003	15	198, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 208, 211, 213, 216, 217, 218, 219, 220
RhM001	7	238, 239, 240, 241, 242, 243, 244
RhM021	8	274, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 287
№ 262	18	209, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 219, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 233

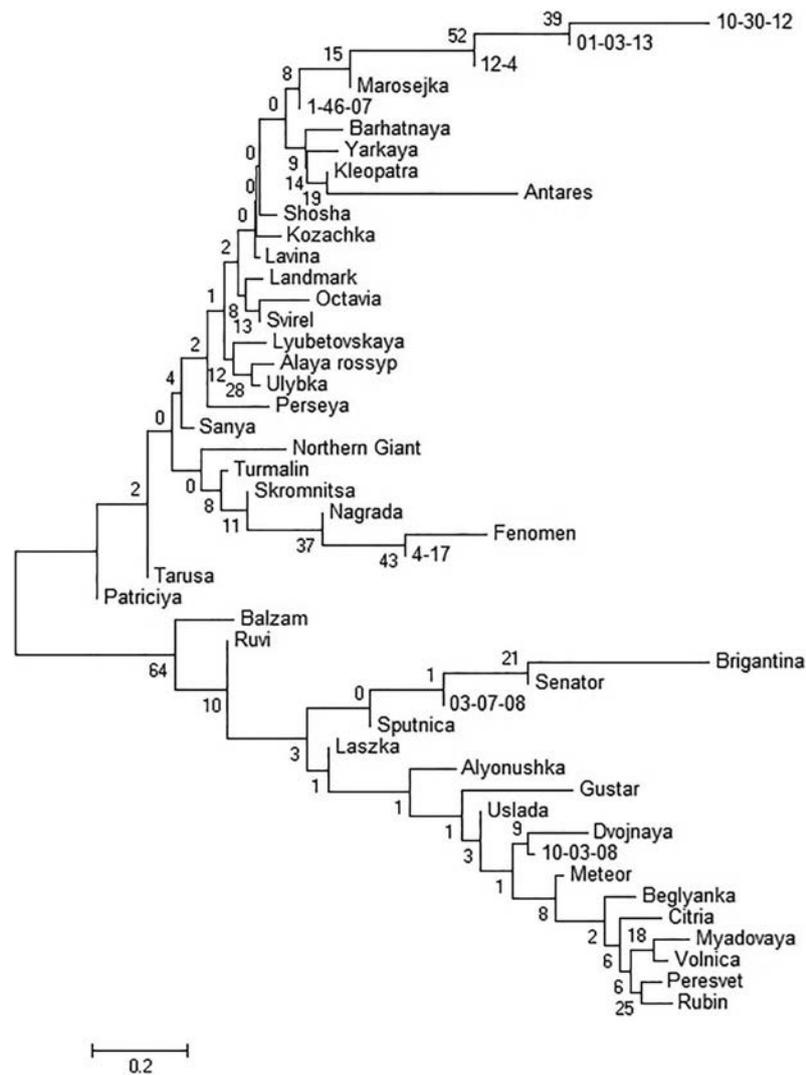
В результате выполнения фрагментного анализа продуктов амплификации на автоматическом генетическом анализаторе были получены четкие, воспроизводимые результаты. Каждый сорт содержит уникальный набор аллелей, позволяющий отличить его от других сортов. С помощью сформированного набора 8 пар SSR-маркеров были подготовлены паспорта 47 образцов малины летнего срока созревания, генетическая взаимосвязь которых отражена на дендрограмме (см. рисунок).

Исследуемые генотипы, согласно молекулярно-генетическому анализу, были сгруппированы в двух основных кластерах и, соответственно, анализ дендрограммы также был представлен в двух кластерах.

В первом, самом большом кластере (см. верхнюю часть рисунка), находятся 28 генотипов различного географического происхождения. Данный кластер представлен 5 субкластерами, в том числе 10 образцов в субкластере 1 А (от белорусского гибрида 10-30-12 до российского сорта Шоша), 5 – в субкластере 1 Б (от украинского сорта Козачка до российского сорта Свирель), 5 – в субкластере 1 В (от российского сорта Любетовская до украинского сорта Саня), 6 – в 1 Г (от образца из Великобритании Нортен гигант до казахского гибрида 4-17) и 2 образца в субкластере 1 Д (Таруса и Патриция). Таким образом, помещенные в этом кластере образцы в основном получены в Беларуси (3 шт.), России (16 шт.), Украине (4 шт.), Казахстане (2 шт.), Великобритании (3 шт.).

По индексу евклидова расстояния самые далекие генотипы кластера 1 – гибрид 10-30-12 (Беларусь) и 4-17 (Казахстан) находятся в различных субкластерах (1 А и 1 Г соответственно), их генетическое отличие объясняется различием происхождения. Основная часть образцов субкластера 1 А была создана в различных научно-исследовательских учреждениях России. Большинство зарубежных сортов сосредоточены в субкластерах 1 Б и 1 Г. В субкластере 1 В сгруппированы образцы из Украины, которые оказались генетически близки и объединены в один субкластер. Предпоследний крупный субкластер 1 Г состоял из генотипов, селекционированных в географически удаленных регионах (Великобритания, Россия, Казахстан, Украина). Нахождение этих образцов в одном субкластере связано с их генетическим сходством на основе вида *Rubus idaeus* L. Российские сорта штамбового типа Таруса и Патриция были сгруппированы в отдельный субкластер (1 Д), что, с генетической точки зрения, показывает их отличие от всех других образцов малины летнего срока созревания в коллекции.

Второй кластер дендрограммы (нижнюю часть рисунка) состоит из 4 субкластеров, в которых имеется 19 генотипов. Этот кластер, в основном, состоит из образцов, созданных в Беларуси,



Дендрограмма, показывающая генетическое родство между генотипами малины летнего срока созревания, с использованием SSR-маркеров

России и Румынии, а также тут представлены все желтоплодные сорта. Субкластер 2 А включает 2 образца (Бальзам и Руви), 2 Б – 5 (Бригантина, Сенатор, гибрид 03-07-08, Спутница, Лашка), 2 В – 5 (Аленушка, Густар, Услада, Двойная, гибрид 10-03-08), 2 Г – 7 сортов (Метеор, Беглянка, Ситрия, Мядовая, Вольница, Пересвет, Рубин).

Несмотря на то, что находящиеся в одном субкластере 2 А сорта Бальзам и Руви географически не близки, было установлено, что генетически они являются самыми близкими генотипами. В субкластере 2 Б все 5 образцов также созданы в разных местах (Россия, Беларусь, Польша), но по результатам молекулярных анализов данные генотипы близки. Образцы белорусской селекции находятся в одном субкластере 2 В с румынским сортом Густар. В последний субкластер 2 Г попали сорта с желтой окраской плодов (российский сорт Беглянка, белорусский – Мядовая, румынский – Ситрия), что свидетельствует об их схожести согласно молекулярно-генетическому анализу.

Полученная информация является наиболее точной для составления ДНК-паспортов, содержащих информацию о номере микросателлитного маркера и его аллельном состоянии у конкретного генотипа. В дальнейшем полученные результаты анализа данной выборки сортов можно будет использовать для маркерной селекции с последующими уточнениями по применению различных вариантов сочетаний маркеров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный уровень развития селекции и внедрение новых технологий требует усиления контроля за качеством и подлинностью селекционных достижений. В этих условиях особую актуальность приобретает создание молекулярно-генетических паспортов сортов как хранилища оригинальной генетической информации, подтверждающего подлинность селекционного продукта.

В РУП «Институт плодоводства» с 2019 г. начата работа по созданию коллекции молекулярно-генетических паспортов образцов малины различного географического происхождения с использованием SSR-анализа, что значительно расширяет возможности их верификации. Для создания паспортов были использованы 8 микросателлитных SSR-маркеров.

В результате показан высокий уровень полиморфизма 8 микросателлитных локусов у 47 сортов и гибридов малины различного географического происхождения и выявлен 101 аллель. В зависимости от локуса число аллелей варьировало от 7 до 19. Наиболее полиморфным оказался локус RhM043, наименее – локус RhM001.

С использованием данных SSR-анализа составлены генетические паспорта 47 образцов (40 сортов, 7 гибридов) малины летнего срока созревания, среди которых 9 образцов белорусской селекции, 24 – российской, 4 – украинской, 2 – казахской, 4 – румынской, 1 – польской и 3 – английской селекции. Среди оцененных генотипов 3 образца отличаются желтой окраской ягод. Генетическая взаимосвязь всех изученных генотипов отобразена в дендрограмме.

Полученные данные об аллельных вариантах микросателлитных локусов сортов малины позволяют структурировать коллекционный материал, вести пополнение, поиск и осуществлять хранение информации для решения задач по идентификации генотипов, уточнения происхождения сортов, определения сортовой чистоты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шамшин, И. Н. Создание генетических паспортов сортов яблони на основе анализа полиморфизма микросателлитных локусов генома : методика / И. Н. Шамшин, А. М. Кудрявцев, Н. И. Савельев. – Мичуринск : Мичур. гос. аграр. ун-т, 2013. – 44 с.
2. Соболев, В. В. Использование метода полимеразной цепной реакции для генетического маркирования ремонтантной малины : автореф. ... дис. канд. биол. наук : 03.00.23 / В. В. Соболев ; М. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. – М., 2004. – 17 с.
3. Isolation and characterization of simple sequence repeat loci in *R. hochstetterorum* and their use in other species from the *Rosaceae* family / M. Lopes [et al.] // *Molecular Ecology Notes*. – 2006. – Vol. 6. – P. 750–752. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2006.01329.x>
4. Dossett, M. SSR fingerprinting of black raspberry cultivars shows discrepancies in identification / M. Dossett, N. V. Bassil, C. E. Finn // *Acta Horticulturae*. – 2012. – Vol. 946. – P. 49–53. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.946.4>
5. Microsatellite markers for raspberry and blackberry / N. R. F. Castillo [et al.] // *J. of the Amer. Soc. for Horticultural Sci.* – 2010. – Vol. 135. – P. 271–278.
6. López, A. Evaluation of SSR and SNP markers in *Rubus glaucus* Benth progenitors' selection / A. López, C. Barrera, M. Marulanda // *Rev. Brasil. de Fruticultura*. – 2019. – Vol. 41 (1). – P. 1–14. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019081>
7. A blackberry (*Rubus* L.) expressed sequence tag library for the development of simple sequence repeat markers / K. Lewers [et al.] // *BMC Plant Biology*. – 2008. – Vol. 8. – 69 p. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-8-69>
8. Анализ микросателлитных локусов как первый этап на пути к маркерной селекции малины и земляники / В. Г. Лебедев [и др.] // *Селекция и сорторазведение садовых культур*. – 2018. – Т. 5. – № 1. – С. 65–68.
9. Assessment of genetic diversity in Bulgarian raspberry germplasm collection by microsatellite markers (SSR) / I. Badjakov [et al.] // *Biotechnology a. Biotechnological Equipment*. – 2005. – Vol. 19. – № 1. – P. 43–47.
10. Investigation of genetic diversity in Russian collections of raspberry and blue honeysuckle / D. Lamoureux [et al.] // *Plant Genetic Resources*. – 2011. – Vol. 9, № 2. – P. 202–205. <https://doi.org/10.1017/S1479262111000323>
11. SSR fingerprinting of a German *Rubus* collection and pedigree based evaluation on trueness-to-type / G. Girichev [et al.] // *Genetic Resources a. Crop Evolution*. – 2015. – Vol. 64. – P. 89–103. <https://doi.org/10.1007/s10722-015-0345-0>
12. Lacis, G. Evaluation of red raspberry cultivars used for breeding and commercial growing in the Baltic region / G. Lacis, I. Kota-Dombrovska, S. Strautina // *Proc. of the Latv. Acad. of Sci. Sect. B Natural Exact and Appl. Sci.* – 2017. – Vol. 71. – № 3. – P. 203–210.
13. Genetic diversity in wild and cultivated black raspberry (*Rubus occidentalis* L.) evaluated by simple sequence repeat markers / M. Dossett [et al.] // *Genetic Resources a. Crop Evolution*. – 2012. – Vol. 59. – P. 1849–1865.
14. New insight into wild red raspberry populations using simple sequence repeat markers / J. Graham [et al.] // *J. of the Amer. Soc. for Horticultural Sci.* – 2009. – Vol. 134. – № 1. – P. 109–119.

15. Genetic diversity of Philippine *Rubus moluccanus* L. (*Rosaceae*) populations examined with VNTR DNA probes / D. T. Bussemeyer [et al.] // *J. of Tropical Biology*. – 1997. – Vol. 14. – P. 867–884. <https://doi.org/10.1017/S0266467400011044>
16. Genetic diversity and population structure of *Rubus* accessions using simple sequence repeat markers / K. J. Lee [et al.] // *Plant Breeding and Biotechnology*. – 2016. – Vol. 4. – № 3. – P. 345–351. <https://doi.org/10.9787/PBB.2016.4.3.345>
17. Фролова, Л. В. Современные направления селекции малины / Л. В. Фролова, Т. А. Гашенко, О. А. Гашенко // Плодоводство : сб. науч. тр. / Ин-т плодоводства ; редкол.: А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – Т. 33. – С. 211–226.
18. Гашенко, Т. А. Молекулярно-генетическая паспортизация районированного сортимента малины в Беларуси / Т. А. Гашенко, Л. В. Фролова, З. А. Козловская // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. XXIV Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 23 марта, 14 мая 2021 г. / Гродн. гос. аграр. ун-т ; отв. за вып. О. В. Вергинская. – Гродно, 2021. – С. 65–66.
19. Graham, J. DNA Markers for Use in Raspberry Breeding / J. Graham, K. Smith // *Acta Horticulturae*. – 2002. – Vol. 585. – P. 51–56.

STUDY OF THE GENETIC DIVERSITY OF RASPBERRY SAMPLES USING SSR MARKERS

T. A. GASHENKO, L. V. FROLOVA, T. N. BOZHIDAI

Summary

The current level of breeding development and the introduction of new technologies require enhanced oversight over the quality and authenticity of breeding achievements. Against this background development of molecular and genetic passports of plant varieties as an original genetic information repository that proves the authenticity of a breeding product has become a high priority issue.

Since 2019 the RUE “Institute of Fruit Growing” has been working on development of a molecular and genetic passports database for collection samples of raspberry varieties of domestic and foreign breeding with summer fruiting period that are necessary to oversee the process of adding new samples to the collection to avoid duplication, as well as to establish intraspecific interactions and species relatedness of genotypes using SSR analysis, which significantly extends the capability of variety verification.

Eight microsatellite SSR markers were used to create the passports. As a result, a high level of polymorphism of 8 microsatellite loci was shown in 47 varieties and hybrids of raspberry of different geographical origin and 101 alleles were identified. Depending on the locus, the number of alleles varied from 7 to 19. The RhM043 locus was the most polymorphic, and the RhM001 locus was the least polymorphic.

Using the data of SSR analysis, genetic passports were compiled for 47 samples of summer-fruiting raspberry (40 varieties, 7 hybrids), among which 9 are of Belarusian selection, 24 are Russian, 4 are Ukrainian, 2 are Kazakh, 4 are Romanian, 1 are Polish and 3 are of English selection. Among the genotypes assessed, 3 samples are distinguished by the yellow color of the berries. Based on the results of the research, a dendrogram was made illustrating the genetic relationship between the genotypes of summer-fruiting raspberry.

Keywords: raspberry, variety, hybrid, SSR markers, DNA passport, dendrogram, Belarus.

Поступила в редакцию 06.03.2023

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИФА И ПЦР-АНАЛИЗА ПРИ ДИАГНОСТИКЕ *RASPBERRY BUSHY DWARF VIRUS* (RBDV) У РАСТЕНИЙ МАЛИНЫ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

О. А. ГАШЕНКО, Т. Н. БОЖИДАЙ, Е. В. КОЛБАНОВА, Н. В. КУХАРЧИК

РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by

АННОТАЦИЯ

Исследования проводили в отделе биотехнологии РУП «Институт плодоводства» в 2022–2023 гг. на сортах малины летней (Метеор, Laszka) и ремонтантной (Похвалинка, Малиновая гряда, Карамелька, Брянское диво), зараженных *Raspberry bushy dwarf virus*. Экспланты для введения в культуру *in vitro* малины необходимо брать с кустов, предварительно протестированных методом ИФА или ПЦР на отсутствие RBDV, так как культура *in vitro* не освобождает растения от данного патогена. Для снижения объемов тестов ИФА и ПЦР-анализа необходимо регистрировать введенные меристемы и растения-регенеранты, полученные из каждой меристемы как в культуре *in vitro*, так и *ex vitro*. Наличие/отсутствие RBDV у растений-регенерантов в культуре *in vitro* можно определять как с помощью ИФА, так и ПЦР.

Исследования проведены в рамках договора с БРФФИ № Б22МЛДГ-007 от 1 апреля 2022 г., задания «Разработка биотехнологических способов (*in vitro* и *ex vitro*) оздоровления от вируса кустистой карликовости малины (*Raspberry bushy dwarf virus*) с целью увеличения продуктивности промышленных насаждений малины» (2022–2023 гг.).

Ключевые слова: малина, культура *in vitro*, вирус кустистой карликовости малины (RBDV), DAS-ELISA-тест, ПЦР, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Малина является одной из сильно поражаемых вирусами ягодных культур. К наиболее вредоносным вирусам относится вирус кустистой карликовости малины (*Raspberry bushy dwarf virus*, RBDV). Вирус RBDV распространен повсеместно как за рубежом, так и на территории Беларуси [1–11]. В природных условиях RBDV передается от зараженных растений через зараженные клоны и семена, а также пыльцой, что способствует его быстрому распространению и делает вирус трудно контролируемым [2]. Хотя вирус и не сказывается на развитии пыльцы, но может приводить к изменениям в развитии костянок, что является причиной рассыпания плодов малины некоторых сортов. Симптомы поражения растений малины данным вирусом, наблюдаемые в условиях Беларуси, варьируют в зависимости от сорта растений. Вирус может вызывать хлороз листьев, угнетение роста растений, уменьшение размера плодов и их рассыпание, снижение урожайности. В ряде случаев инфекция может протекать бессимптомно. Симптомы, вызываемые RBDV на растениях малины, недостаточны для визуальной диагностики вируса, поскольку измельчение и рассыпание ягод может быть вызвано рядом различных причин, таких как корневая гниль, дефицит питательных веществ или недостаточное опыление. Таким образом, для идентификации вируса должны быть использованы надежные методы диагностики [3–7]. Наиболее простым и быстрым методом является использование следующих анализов: иммуноферментный и ПЦР [7, 9, 12–15]. Иммуноферментный анализ (ИФА) позволил выйти на новый этап в диагностике вирусов, поскольку обладает высокой специфичностью и чувствительностью (способен выявлять вирусные частицы в концентрации 1–100 нг/мл). Этот метод пригоден для массового тестирования растений и позволяет автоматизировать большинство этапов анализа [14]. Оптимальными сроками проведения тестирования в полевых условиях является май – начало июня. Хорошие результаты дает также тест в начале осени, когда происходит накопление сокопереносимых вирусов в корневых отпрысках малины. В летние месяцы проведение теста нежелательно ввиду возможного обратимого снижения концентрации вирусных антигенов ниже уровня чувствительности ИФА [15].

Для тестирования единичных образцов и уточнения сомнительных результатов ИФА используют ПЦР. ПЦР обладает высокой чувствительностью (в 100–1000 раз больше по сравнению

с ИФА) и возможностью выполнения анализа за один рабочий день. Благодаря ПЦР появилась возможность диагностики болезней, для которых отсутствуют антитела, а также возможность определения вирусов в тканях, которые находятся в состоянии покоя растений (в коре, древесине) вне зависимости от периода года [14].

Сотрудниками отдела биотехнологии РУП «Институт плодоводства» ранее определялась возможность тестирования на наличие вируса RBDV растений-регенерантов малины в культуре *in vitro* методом DAS-ELISA-теста [8]. Исследования методом ПЦР-анализа на наличие данного вируса у растений-регенерантов *in vitro* не проводили.

В соответствии с нормативными документами Европейской и Средиземноморской организации по защите растений (EPPO) RBDV подлежит контролю и не допускается при производстве сертифицированного посадочного материала растений рода *Rubus* L. [12]. Для профилактики RBDV рекомендуют использовать высокоустойчивые сорта или высаживать оздоровленные безвирусные растения [1, 2].

Цель исследований – оценить эффективность культуры *in vitro* в оздоровлении малины от RBDV и эффективность праймеров CP-F/CP-R и RBDV-R/RBDV-F для диагностики RBDV в растениях-регенерантах из культуры *in vitro*.

ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в отделе биотехнологии РУП «Институт плодоводства» в 2022–2023 гг.

Объекты исследований – вирус кустистой карликовости малины (RBDV); растения малины летней (Метеор, Laszka) и ремонтантной (Похвалинка, Малиновая гряда, Карамелька, Брянское диво), зараженные RBDV.

Эксплантами для введения в культуру *in vitro* служили точки роста 1–2 мм, выделенные из пазушных почек однолетних побегов малины, зараженных RBDV, в осенний период. Полученные растения-регенеранты *in vitro* культивировались на питательной среде Мурасиге – Скуга (МС) [16] при следующих условиях: освещение – 2,5–3,0 тыс. лк, температура – +21...+23 °С, фотопериод – 16/8 ч.

Тестирование на наличие/отсутствие RBDV в полевых растениях малины и их *in vitro* аналогах (растениях-регенерантах) проводили методом ИФА (DAS-ELISA-тест) наборами фирмы Bioreba в соответствии с методическими рекомендациями производителя и согласно методике диагностики основных вирусных инфекций плодовых и ягодных культур [13]. Регистрация результатов велась на автоматическом ридере iMark™ (Bio-Rad, США) при длине волны 405 нм. О зараженности исследуемых образцов судили по значениям оптической плотности окрашенного продукта ферментативной реакции анализируемых образцов (A_o) в сравнении с аналогичными показателями для отрицательного контроля (A_k). Положительными считали образцы, значение оптической плотности у которых больше чем в 2 раза превышало среднюю оптическую плотность отрицательного контроля ($A_o / A_k > 2$). Повторность анализа каждого образца двукратная.

Наличие/отсутствие RBDV в растениях-регенерантах *in vitro* также подтверждали ПЦР-анализом. РНК выделяли коммерческим набором реактивов GeneJET Plant RNA Purification Kit (Thermo Scientific, Литва). Измерение концентрации РНК в полученном растворе проводили с помощью спектрофотометра NanoPhotometer (Implen, Германия).

Аmplификацию осуществляли с использованием набора реагентов OneStep RT-PCR Kit (QIAGEN®). ПЦР-реакция проводилась на амплификаторе C1000Touch (Bio-Rad, США) при следующих заданных параметрах: 50 °С – 30 мин, 95 °С – 15 мин (1 цикл); 95 °С – 30 с, 50 °С – 30 с, 72 °С – 1 мин (35 циклов); 72 °С – 10 мин – для праймеров CP-F/CP-R; 95 °С – 3 мин (1 цикл); 95 °С – 30 с, 62 °С – 30 с, 72 °С – 45 с (40 циклов); 72 °С – 7 мин – для праймеров RBDV-R/RBDV-F. Продукты амплификации разделяли при помощи электрофореза в 1%-ном агарозном геле и 1 × TAE-буфере (Bio-Rad). Результаты электрофореза документировали при помощи аппаратного обеспечения Gel Doc™ EQ System (Bio-Rad).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для проведения исследований методом ИФА выделены и введены в культуру *in vitro* исходные растения малины, зараженные вирусом RBDV. Предварительная оценка растений малины на весь перечень вирусов, поражающих культуру, позволила выделить растения с моноинфекцией и доказанным отсутствием других вирусных патогенов, что повышает достоверность проводимых исследований [16].

После этапа введения и стабилизации культуры *in vitro* (2 пассажа) для тестирования методом ИФА были взяты растения-регенеранты 72 клонов малины летней сорта Метеор. Оптическая плотность всех протестированных 72 образцов превышала оптическую плотность отрицательного контроля в 10–28 раз (см. таблицу).

Значения оптической плотности образцов растений-регенерантов *in vitro* малины сорта Метеор, полученные в результате тестирования методом ИФА (DAS-ELISA-тест)

№ п/п	№ меристемы (клона)	Оптическая плотность образца (A_o)	Значение отрицательного контроля (A_k)	Превышение оптической плотности образца к отрицательному контролю (A_o / A_k)
1	1	3,477	0,125	27,8
2	4	3,474	0,125	27,8
3	6	3,397	0,125	27,2
4	7	3,346	0,125	26,8
5	8	3,477	0,125	27,8
6	15	3,403	0,125	27,2
7	17	3,401	0,125	27,2
8	18	3,451	0,125	27,6
9	19	3,411	0,125	27,3
10	22	3,431	0,125	27,4
11	24	3,222	0,125	25,8
12	25	3,390	0,125	27,1
13	26	3,334	0,125	26,7
14	27	3,459	0,125	27,7
15	28	3,436	0,125	27,5
16	29	3,343	0,125	26,7
17	32	2,045	0,125	16,4
18	33	3,416	0,125	27,3
19	34	3,401	0,125	27,2
20	35	3,354	0,125	26,8
21	36	3,446	0,125	27,6
22	37	3,448	0,125	27,6
23	38	3,413	0,125	27,3
24	43	3,415	0,125	27,3
25	47	3,424	0,125	27,4
26	48	3,035	0,125	24,3
27	51	3,431	0,125	27,4
28	53	3,159	0,125	25,3
29	55	2,995	0,125	24,0
30	56	2,789	0,125	22,3
31	58	3,297	0,125	26,4
32	59	3,471	0,125	27,8
33	60	3,253	0,125	26,0
34	62	3,384	0,125	27,1

Окончание таблицы

№ п/п	№ меристемы (клона)	Оптическая плотность образца (A_o)	Значение отрицательного контроля (A_k)	Превышение оптической плотности образца к отрицательному контролю (A_o / A_k)
35	64	2,274	0,125	18,2
36	66	2,995	0,125	24,0
37	68	3,475	0,125	27,8
38	69	3,500	0,125	28,0
39	71	2,856	0,125	22,8
40	75	3,357	0,125	26,9
41	76	1,266	0,125	10,1
42	77	2,574	0,125	20,6
43	78	3,377	0,125	27,0
44	79	3,500	0,125	28,0
45	81	1,432	0,125	11,5
46	82	3,331	0,125	26,6
47	83	3,439	0,125	27,5
48	86	3,322	0,125	26,6
49	88	3,500	0,125	28,0
50	89	3,017	0,125	24,1
51	91	2,732	0,125	21,9
52	92	3,367	0,125	26,9
53	93	1,420	0,125	11,4
54	94	3,010	0,125	24,1
55	97	3,369	0,125	27,0
56	98	3,411	0,125	27,3
57	103	3,493	0,125	27,9
58	104	3,500	0,125	28,0
59	106	3,466	0,125	27,7
60	108	3,322	0,125	26,6
61	109	3,138	0,125	25,1
62	110	2,460	0,125	19,7
63	111	1,551	0,125	12,4
64	112	3,415	0,125	27,3
65	113	3,281	0,125	26,2
66	114	3,342	0,125	26,7
67	115	3,296	0,125	26,4
68	116	3,259	0,125	26,1
69	117	3,082	0,125	24,7
70	120	3,380	0,125	27,0
71	122	2,890	0,125	23,1
72	124	3,272	0,125	26,2

Следует отметить, что при проведении DAS-ELISA-теста использование протокольной и уменьшенной в 2 раза навески растительного материала в экстрагирующем буфере (что актуально для тестирования растений в культуре *in vitro*) позволило получить превышение оптической плотности образца к отрицательному контролю (A_o / A_k) до 28, это свидетельствует о высокой чувствительности метода и диагностических наборов, а также позволяет утверждать о зараженности RBDV всех введенных клонов.

ПЦР-диагностика растений-регенерантов малины проведена после длительного культивирования *in vitro* (7 пассажей). Для диагностики RBDV были использованы 2 пары праймеров: CP-F/CP-R (CP-F: 5'-TCATTGTTGAATTAATACTAAGTATTTAAG-3') (CP-R: 5'-CCCACTAGCAGGCAAATAGTC-3') [13],

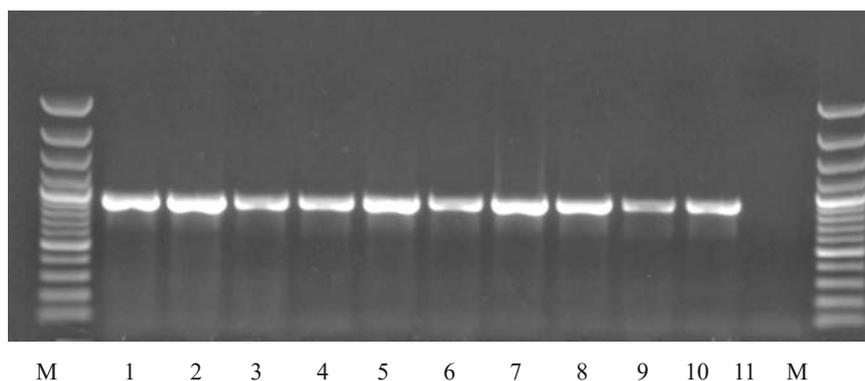


Рис. 1. Электрофореграмма продуктов амплификации при ПЦР-диагностике растений-регенерантов сортов малины в культуре *in vitro* на наличие вируса RBDV с использованием праймера CP-F/CP-R: М – маркер молекулярного веса 100 bp (Thermo Scientific), треки: 1 – Похвалинка; 2 – Малиновая гряда; 3 – Laszka; 4 – Карамелька; 5–8 – Брянское диво; 9, 10 – Метеор; 11 – отрицательный контроль (K-)

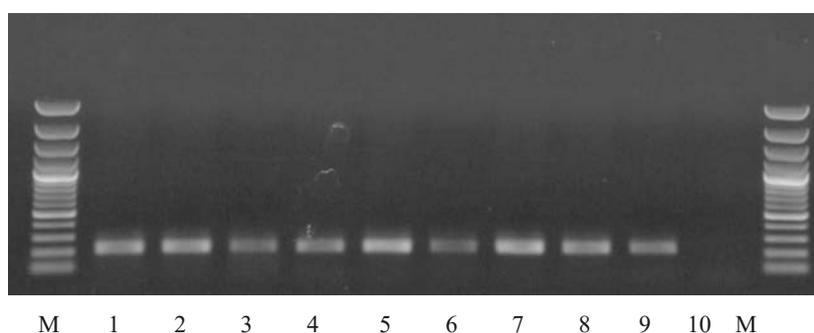


Рис. 2. Электрофореграмма продуктов амплификации при ПЦР-диагностике растений-регенерантов сортов малины в культуре *in vitro* на наличие вируса RBDV с использованием праймера RBDV-F/RBDV-R: М – маркер молекулярного веса 100 bp (Thermo Scientific), треки: 1 – Похвалинка; 2 – Малиновая гряда; 3 – Laszka; 4 – Карамелька; 5–9 – Брянское диво; 10 – отрицательный контроль (K-)

размер амплифицируемого продукта – 886 п. н.; RBDV-F/RBDV-R (RBDV-F: 5'-GGGTTTGTACTCCTGAGA-3') (RBDV-R: 5'-CTTCCGAGAAGGTAATCAAC-3') [17], размер амплифицируемого продукта – 220 п. н.

В результате амплификации у всех исследуемых образцов, были получены ПЦР-продукты ожидаемого размера: 886 п. н. – для праймеров CP-F/CP-R (рис. 1) и 220 п. н. – для праймеров RBDV-F/RBDV-R (рис. 2).

Таким образом, для диагностики растений-регенерантов сортов малины в культуре *in vitro* на наличие RBDV методом ПЦР-анализа можно использовать праймеры CP-F/CP-R и RBDV-F/RBDV-R, которые позволяют получать продукт ожидаемого размера (886 и 220 п. н. соответственно).

Культура *in vitro* без применения дополнительного комплекса мер (термо- или хемотерапии) не позволяет получать растения малины, свободные от вируса кустистой карликовости малины.

ВЫВОДЫ

Экспланты для введения в культуру *in vitro* малины необходимо брать с кустов, предварительно протестированных методом ИФА или ПЦР на отсутствие RBDV, так как культура *in vitro* не освобождает растения от данного патогена. В противном случае необходимо регистрировать введенные меристемы и растения-регенеранты, полученные с каждой меристемы, что обеспечит в будущем снижение объемов тестов ИФА и ПЦР-анализа до количества введенных меристем как в культуре *in vitro*, так и *ex vitro*.

Наличие/отсутствие RBDV у растений-регенерантов в культуре *in vitro* можно определять как с помощью ИФА, так и ПЦР. DAS-ELISA-тест, с наборами фирмы Bioreba и использованием протокольной и уменьшенной в 2 раза навески растительного материала, позволил получить

превышение оптической плотности образцов к отрицательному контролю (A_0 / A_k) от 10 до 28. ПЦР-анализ с использованием праймеров CP-F/CP-R и RBDV-F/RBDV-R позволяет получить продукт ожидаемого размера 886 и 220 п. н. соответственно, не показывая ложноотрицательного результата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тихонова, К. О. Распространенность, вредоносность вирусных болезней и эффективные методы оздоровления малины : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / К. О. Тихонова ; Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства. – М., 2016. – 24 с.
2. Оздоровление малины от вируса кустистой карликовости (RBDV) методом комплексной терапии в культуре *in vitro* / О. Ю. Антонова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 7. – С. 61–64.
3. Распространенность, вредоносность вирусных болезней малины и современные методы оздоровления / М. Т. Упадышев [и др.] // Современные тенденции устойчивого развития ягодоводства России (земляника, малина) : сб. науч. тр., посвящ. 90-летию со дня рождения канд. с.-х. наук К. Т. Ярковой / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. науч. центр им. И. В. Мичурина ; редкол.: М. Ю. Акимов (гл. ред.) [и др.]. – Мичуринск-наукоград РФ, 2019. – С. 292–307.
4. Valasevich, N. Molecular characterization of *Raspberry bushy dwarf virus* isolates from Sweden and Belarus / N. Valasevich, N. Kukharchyk, A. Kvarnheden // Arch. of Virology. – 2011. – Vol. 156. – P. 369–374.
5. Combined thermotherapy and cryotherapy for efficient virus eradication: relation of virus distribution, subcellular changes, cell survival and viral RNA degradation in shoot tips / Q. Wang [et al.] // Molecular Plant Pathology. – 2008. – Vol. 9, № 2. – P. 237–250.
6. Молекулярная характеристика патогенных вирусов плодовых и ягодных культур / Н. Н. Волосевич [и др.] // Генетические основы селекции растений : в 4 т. Т. 4 : Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия / Ин-т генетики и цитологии ; науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск, 2014. – Гл. 16. – С. 441–450.
7. Волосевич, Н. Н. Диагностика вируса кустистой карликовости малины (RBDV) методом RT-PCR / Н. Н. Волосевич, Н. В. Кухарчик // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 6. – С. 4–6.
8. Колбанова, Е. В. Возможность определения вируса кустистой карликовости малины (RBDV) у растений-регенерантов малины в культуре *in vitro* методом DAS-ELISA теста / Е. В. Колбанова, Т. Н. Божидай // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 30. – С. 131–135.
9. Кухарчик, Н. В. Вирусные и фитоплазменные болезни плодовых и ягодных культур в Беларуси / Н. В. Кухарчик. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 209 с.
10. Ухатова, Ю. В. Совершенствование методов криоконсервации и оздоровление от вирусных болезней образцов вегетативно размножаемых культур : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.05 / Ю. В. Ухатова. – СПб., 2017. – 137 л.
11. Вирусные болезни на сортах малины *Rubus idaeus* L. и современные методы оздоровления / М. Т. Упадышев [и др.] // Аграр. наука. – 2019. – № 3. – С. 143–146.
12. Certification scheme for *Rubus*. EPPO Standards PM 4/10 (2) // Bulletin OEPP/EPPO. – 2009. – Vol. 39. – P. 271–277.
13. Методика диагностики основных вирусных инфекций плодовых и ягодных культур / Н. В. Кухарчик [и др.]. – Минск : А. Н. Варахсин, 2015. – 32 с.
14. Рягузова, Т. В. Диагностика вирусов плодово-ягодных культур и современные методы их оздоровления / Т. В. Рягузова // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2020. – Т. 7, № 1–2. – С. 130–134.
15. Технология получения оздоровленного от вирусов посадочного материала плодовых и ягодных культур : метод. указания / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Рос. науч.-исслед. ин-т информации и техн.-экон. исслед. по инж.-техн. обеспечению агропром. комплекса ; сост.: М. Т. Упадышев [и др.]. – М. : Росинформагротех, 2013. – 92 с.
16. Гашенко, О. А. Оценка распространенности патогенных вирусов малины и оздоровления от RBDV на этапе инициации культуры *in vitro* / О. А. Гашенко, Н. В. Кухарчик // Global sci. a. innovations 2022: Centr. Asia. – 2022. – № 4 (18), т. II. – С. 52–56.
17. Чердакли, А. А. Выделение РНК из растительных тканей малины и смородины черной для идентификации вирусов RBDV и BRV [Электронный ресурс] / А. А. Чердакли, С. Радзениец // Федер. науч. селекц.-технол. центр садоводства и питомниководства. – 2020. – Режим доступа: <https://vstisp.org/vstisp/index.php/internet-konferentsiya/41-small-fruits/1350-doklady-konferentsii-reshenie-problem-v-pitomnikovodstve-i-sadovodstve>. – Дата доступа: 14.11.2022.

EFFECTIVENESS OF ELISA AND PCR-TESTS IN DIAGNOSIS RASPBERRY BUSHY DWARF VIRUS (RBDV) IN RASPBERRY PLANTS IN *IN VITRO* CULTURE

O. A. GASHENKO, T. N. BOZHIDAI, E. V. KOLBANOVA, N. V. KUKHARCHIK

Summary

The studies were carried out in the Biotechnology Department of the RUE “Institute of Fruit Growing” in 2022–2023 on summer-bearing raspberry varieties (Meteor, Laszka) and remontant raspberry (Pokhvalinka, Malinovaya griada, Karamelka, Bryanskoje divo) infected with *Raspberry bushy dwarf virus* (RBDV). Explants for introduction into *in vitro*

culture of raspberry must be taken from the bushes previously tested by ELISA or PCR for the absence of RBDV, since *in vitro* culture does not make plants free from this pathogen. To reduce the volume of ELISA and PCR tests, it is necessary to register the introduced meristems and regenerated plants obtained from each meristem both in culture *in vitro* and *ex vitro*. The presence or absence of RBDV in regenerative plants in *in vitro* culture can be determined using both ELISA and PCR.

The studies were carried out as part of the agreement with the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research No.B22MLDG-007 dated April 1, 2022, task “Development of biotechnological methods (*in vitro* and *ex vitro*) for recovery from the *Raspberry bushy dwarf virus* in order to increase the productivity of commercial raspberry plantations” (2022–2023).

Keywords: raspberry, *in vitro* culture, raspberry bushy dwarf virus (RBDV), DAS-ELISA test, PCR, Belarus.

Поступила в редакцию 31.03.2023

ИСТОЧНИКИ КРУПНОПЛОДНОСТИ В СЕЛЕКЦИИ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

Л. В. ФРОЛОВА, М. Л. ПИГУЛЬ, А. Г. ЗАЗУЛИН, Е. О. КОЛЯДКО

РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведены краткие сведения о генетических источниках крупноплодности смородины черной, крыжовника, жимолости синей и малины ремонтантной, выделенных в результате изучения коллекций в 2020–2022 гг. С целью использования в дальнейшей селекционной работе выделено 4 источника крупноплодности смородины черной (Благословение, Гео (Гео), Рита, Селеченская-2), 6 – крыжовника (Зеленый дождь, Карпаты, Кубанец, Малахит, Садко, Снежана), 4 – малины ремонтантной (Брянское диво, Вераснёвая, Геракл, Джоан Джей (Joan J)), 3 – жимолости синей (Зинри, Павловская, Сінявокая). Выделенные образцы были использованы в селекционных программах, для межгосударственного обмена, расширения сортимента ягодных культур в Республике Беларусь и дальнейшего внедрения новых сортов в производство.

Ключевые слова: генетические ресурсы, ягодные культуры, смородина черная, крыжовник, малина ремонтантная, жимолость синяя, сорт, крупноплодность, селекция, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Успех селекционной работы во многом зависит от наличия исходного материала, обладающего необходимыми признаками, что, в свою очередь, обуславливает потребность выделения источников хозяйственно ценных признаков и создания целевых признаковых коллекций генетических источников по приоритетным направлениям [1].

В отделе ягодных культур РУП «Институт плодоводства» большое внимание уделяется пребридингу, или подбору исходного материала для селекции смородины черной, крыжовника, жимолости синей и малины [2–4]. В результате исследований 2011–2022 гг. проведена оценка генетических ресурсов этих ягодных культур, сформированы различные типы коллекций и выделены источники пригодности к механизированному сбору урожая, зимостойкости, продуктивности, устойчивости к болезням и др. [5–10].

Особое место в селекции ягодных культур занимают качественные показатели урожая, что связано не только со сложившейся тенденцией их снижения по мере увеличения продуктивности (в результате односторонней селекции на отдельные признаки, применения необоснованно высоких доз минеральных удобрений и др.), но и значительной зависимостью его от факторов внешней среды. Сортаобразцы с высоким уровнем качества плодов представляют новый исходный материал для селекции, использование которого ускорит получение более совершенных отечественных сортов, адаптированных к природно-климатическим условиям Республики Беларусь.

Одним из главных показателей качества урожая является средняя масса плода. Данный показатель важен с технологической и экономической точек зрения.

У большинства современных сортов смородины черной средняя масса плода составляет 1,5–2,0 г. Лучшие современные сорта смородины черной достигают максимальной массы ягоды 8,0 г и более. По мнению ведущих селекционеров, это стало возможным благодаря отдаленной гибридизации при объединении геномов европейского, сибирского, скандинавского подвидов (*Ribes nigrum* subsp. *europaeum* × *R. nigrum* subsp. *sibiricum* × *R. nigrum* subsp. *scandinavicum*) и смородины дикуши (*R. dikuscha*). Хорошие результаты получены также методом инбридинга [11].

Согласно методике ВНИИСПК (Орел, 1999), образцы крыжовника являются крупноплодными, если масса 100 ягод находится в пределах 401–600 г, с очень крупными плодами – превышает 600 г [12]. Исследования показывают определенную зависимость массы ягод крыжовника от происхождения сорта. Среди исходных форм наибольшей массой ягод (12,9 г) отличаются производ-

ные европейского вида (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.), меньшей (1,95 г) – гибриды между европейским и американским видами (*Gr. hirtella* (Michx.) Spach) [13, 14].

Общие селекционные задачи для всех районов выращивания малины – выведение высокопродуктивных сортов со средней массой плода более 4,0 г, имеющих высокие товарные, вкусовые и технологические качества ягод, хорошо адаптированных к неблагоприятным факторам внешней среды [15].

Приоритетом современной селекции жимолости синей является создание сортов с массой плода не менее 1,0 г и улучшенным химическим составом плодов, который характеризуется высоким содержанием сахаров (более 7,0 %) и минимальным – титруемых кислот (менее 2,6 %) [16, 17].

Цель исследований – изучение различных сортов смородины черной, крыжовника, малины ремонтантной, жимолости синей в условиях центральной зоны плодоводства Республики Беларусь для выделения из всего спектра современного генофонда наиболее эффективных источников полезных признаков и свойств, которые могут быть использованы в качестве исходных форм в селекционных программах, направленных на создание отечественных конкурентоспособных сортов.

ОБЪЕКТЫ, МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на опытном участке отдела ягодных культур в РУП «Институт плодоводства» в условиях центральной зоны плодоводства Республики Беларусь в 2020–2022 гг.

Объектом исследований служили коллекции полевого генного банка ягодных культур. Почва участков дерново-подзолистая, развитая на мощном лессовидном суглинке. Схема посадки смородины черной – 3,00 × 0,70 м, крыжовника – 3,50 × 0,75 м, малины ремонтантной – 3,00 × 0,50 м, жимолости – 3,00 × 1,00 м. Каждый сорт в коллекции представлен 3–5 растениями.

Максимальную и среднюю массу плодов определяли весовым методом с применением электронных весов согласно действующей методике ВНИИСПК «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999) [12].

Статистическая обработка результатов проведена с применением программного обеспечения STATISTICA 8.0, используя ANOVA, однофакторный дисперсионный анализ, критерий Дункана ($p < 0,05$) для сравнения средних значений ($n = 3$) [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В полевом генном банке смородины черной из 223 сортообразцов выявлено 20 интродуцированных сортов, которые отличались высокой продуктивностью в предыдущие годы наблюдения. В результате проведенных исследований выделены 4 источника крупноплодности смородины черной (Благословение, Гео (Гео), Рита, Селеченская-2) для дальнейшей селекционной работы (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика сортов смородины черной по крупноплодности (2020–2021 гг.)

Сорт	Страна происхождения	Масса ягоды, г	
		средняя	максимальная
Орловия (st.)	Россия	1,0 ^a	1,4 ^a
Благословение	Россия	1,5 ^b	2,0 ^b
Гео (Гео)	Румыния	1,5 ^b	1,9 ^b
Рита	Россия	1,6 ^b	2,0 ^b
Селеченская-2	Россия	2,5 ^c	3,2 ^c

П р и м е ч а н и е. Различия между сортами, обозначенными одинаковыми буквами, несущественны при $p = 0,05$ (в пределах каждого столбца).

При оценке крупноплодности наблюдалось варьирование средней массы ягоды от 1,5 до 2,5 г, что статистически значимо превосходило районированный в Беларуси сорт-стандарт Орловия (1,0 г). Наиболее крупноплодным образцом являлся российский сорт Селеченская-2, у которого средняя масса плода составляла 2,5 г, максимальная – достигала 3,2 г.

В коллекции генетических ресурсов крыжовника из 332 сортообразцов различного происхождения весовым методом выявлено 84 сорта, которые отличались высокой продуктивностью в предыдущие годы наблюдения. По результатам исследований для дальнейшей селекционной работы выделены источники крупноплодности крыжовника (табл. 2).

При оценке крупноплодности наблюдалось варьирование средней массы ягоды от 3,6 до 6,8 г, что статистически значимо превосходило сорта-стандарты для сортов с разным сроком созревания. Максимальная масса плода достигала 11,1 г у сорта Карпаты (Украина), который являлся наиболее крупноплодным образцом.

Таблица 2. Характеристика сортов крыжовника по крупноплодности (2021–2022 гг.)

Сорт	Страна происхождения	Масса ягоды, г	
		средняя	максимальная
Сорта среднего срока созревания			
Северный капитан (st.)	Россия	2,6 ^c	6,3 ^b
Карпаты	Украина	6,8 ^a	11,1 ^a
Кубанец	Россия	6,6 ^a	9,6 ^a
Садко	Россия	4,0 ^b	4,8 ^c
Сорта позднего срока созревания			
Щедрый (st.)	Беларусь	2,4 ^c	5,6 ^c
Зеленый дождь	Россия	3,7 ^a	6,6 ^a
Малахит	Россия	3,6 ^a	6,5 ^a
Снежана	Россия	4,0 ^b	7,4 ^b

Примечание. Различия между сортами, обозначенными одинаковыми буквами, несущественны при $p = 0,05$ (в пределах каждого столбца).

В коллекции генетических ресурсов малины ремонтантной из 49 образцов различного географического происхождения были проведены учеты массы плодов у 15 образцов, которые отличались высокой продуктивностью до наступления устойчивых осенних заморозков в центральной зоне плодоводства в предыдущие годы наблюдения. В результате проведенной оценки признака крупноплодности выделены 4 сорта малины ремонтантной различного географического происхождения (Брянское диво, Вераснёвая, Геракл, Джоан Джей (Joan J)).

Наибольшая масса ягод наблюдалась у сортов Вераснёвая (Беларусь) и Брянское диво (Россия) (6,71 и 8,17 г соответственно), что представлено в табл. 3. Средняя масса ягод у выделенных сортов отмечена на уровне 3,80–5,70 г, что статистически значимо выше, чем у сорта-стандарта Херитидж (Heritage) (3,0 г), районированного в Беларуси для промышленного возделывания с 2015 г.

Таблица 3. Характеристика сортов малины ремонтантной по крупноплодности (2021–2022 гг.)

Сорт	Страна происхождения	Масса ягоды, г	
		средняя	максимальная
Херитидж (st.)	США	3,00 ^a	3,60 ^a
Брянское диво	Россия	5,70 ^b	8,17 ^b
Вераснёвая	Беларусь	4,10 ^c	6,71 ^c
Геракл	Россия	4,50 ^c	6,10 ^d
Джоан Джей	Великобритания	3,80 ^d	4,60 ^e

Примечание. Различия между сортами, обозначенными одинаковыми буквами, несущественны при $p = 0,05$ (в пределах каждого столбца).

В генетической коллекции жимолости синей из 117 образцов было оценено 30 образцов различного генетического и географического происхождения, отличающихся высокой продуктивностью и хорошим вкусом плодов. В результате исследований выделены 3 источника крупноплодности жимолости синей – интродуцированный сорт Павловская и отечественные сорта Зинри, Снявокая, которые будут использованы в дальнейшей селекционной работе (табл. 4).

Таблица 4. Характеристика сортов жимолости синей по крупноплодности (2020–2021 гг.)

Сорт	Страна происхождения	Масса плода, г	
		средняя	максимальная
Синичка (st.)	Россия	0,76 ^b	0,85 ^b
Зинри	Беларусь	0,96 ^a	1,30 ^a
Павловская	Россия	1,00 ^a	1,30 ^a
Сінявокая	Беларусь	1,00 ^a	1,30 ^a

Примечание. Различия между сортами, обозначенными одинаковыми буквами, несут существенны при $p = 0,05$ (в пределах каждого столбца).

У выделенных источников крупноплодности средняя масса плода варьировала от 0,96 до 1,00 г, максимальная – достигала 1,30 г, что статистически значимо превосходит стандартный сорт Синичка, районированный в Беларуси для промышленного возделывания с 2013 г. Наибольшее среднее и максимальное значение данного показателя наблюдалось у сортов Павловская и Сінявокая (1,00 и 1,30 г соответственно).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имеющийся в РУП «Институт плодородства» генофонд ягодных культур дает возможность использовать его в селекции, производстве и для межгосударственного обмена. Анализ имеющегося генофонда позволяет получить наиболее объективную картину значимости того или иного сорта, выявить сорта и формы, которые могут быть использованы в садоводстве и селекции в качестве доноров и источников хозяйственно ценных признаков, обеспечить сохранение агроэкосистем, производство лечебно-диетической продукции, конструирование агроландшафтов.

В результате исследований в 2020–2022 гг. выделено 4 источника крупноплодности смородины черной (Благословение, Гео (Гео), Рита, Селеченская-2), 6 – крыжовника (Зеленый дождь, Карпаты, Кубанец, Малахит, Садко, Снежана), 4 – малины ремонтантной (Брянское диво, Вераснёвая, Геракл, Джоан Джей (Joan J)), 3 – жимолости синей (Зинри, Павловская, Сінявокая). Использование выделенных образцов различного географического происхождения в селекционной работе позволит создавать новые отечественные сорта данных ягодных культур, сочетающие признаки высокой продуктивности, товарных и потребительских качеств плодов.

Дальнейшее накопление, изучение и использование генетического разнообразия позволит в будущем успешно решать проблему совершенствования породно-сортового состава ягодных культур в Республике Беларусь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основные направления и приоритеты Национальной стратегии по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений в Республике Беларусь / Ф. И. Привалов [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 2 (135). – С. 6–10.
2. Биоразнообразие исходного материала ягодных культур в условиях Беларуси / Л. В. Фролова [и др.] // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2019. – № 4. – С. 170–173.
3. Сумаренко, А. М. Оценка генотипов смородины черной различного происхождения по основным хозяйственно ценным признакам / А. М. Сумаренко, А. Г. Зазулин, Л. В. Фролова // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXI Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 31 мая, 30 марта, 20 марта 2018 г. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродн. гос. аграр. ун-т ; отв. за вып. В. В. Пешко. – Гродно, 2018. – С. 242–244.
4. Зазулин, А. Г. Оценка сортов смородины черной в качестве исходного материала для селекции / А. Г. Зазулин, Л. В. Фролова, А. Р. Платонова // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодородства» ; редкол. : А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – Т. 31. – С. 126–133.
5. Таранов, А. А. Источники хозяйственно ценных признаков плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда в РУП «Институт плодородства» (Беларусь) / А. А. Таранов, И. Г. Полубяtko, Л. В. Фролова // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2022. – № 78 (6). – С. 149–161.
6. Использование генетических ресурсов смородины, малины и облепихи в селекции на пригодность к механизированной уборке урожая / Л. В. Фролова [и др.] // Современные направления использования генофонда культурных

растений для устойчивого сельского хозяйства : Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 115-летию со дня рождения акад. ВАСХНИЛ и Россельхозакад. М. С. Дунина, М., 21–23 сент. 2016 г. ; Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства. – М., 2016. – С. 170–173.

7. Фролова, Л. В. Формирование целевых признаков коллекций генетических ресурсов для селекции традиционных ягодных культур / Л. В. Фролова, Т. М. Андрушкевич, Н. В. Клакоцкая // Генетические основы селекции сельскохозяйственных культур : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти акад. РАН, д-ра с.-х. наук, проф. Н. И. Савельева, 24–26 мая 2017 г. / Федер. агентство науч. орг. [и др.] ; редкол.: А. В. Аксенов [и др.] ; под общ. ред. М. Ю. Акимова. – Мичуринск-научград РФ ; Воронеж, 2017. – С. 334–338.

8. Фролова, Л. В. Выделение источников приоритетных признаков для селекции смородины черной и малины ремонтантной в Беларуси / Л. В. Фролова, А. М. Дмитриева, А. Г. Зазулин // Молодежь и инновации – 2017 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 1–3 июня 2017 г. : в 2 ч. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. упр. образования, науки и кадров, Белорус. гос. с.-х. акад. ; ред.: П. А. Саскевич, Ю. Л. Тибец, А. Н. Иванистов. – Горки, 2018. – Ч. 1. – С. 164–166.

9. Емельянова, О. В. Источники технологических свойств плодов для селекции малины ремонтантной в Беларуси / О. В. Емельянова, Л. В. Фролова // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXIV Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 23 марта, 14 мая 2021 г. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродн. гос. аграр. ун-т ; отв. за вып. О. В. Вертинская. – Гродно, 2021. – С. 95–96.

10. Фролова, Л. В. Выделение источников зимостойкости и продуктивности для селекции малины / Л. В. Фролова // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXV Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 23 марта 2022 г. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродн. гос. аграр. ун-т ; отв. за вып. О. В. Вертинская. – Гродно, 2022. – С. 174–176.

11. Селекция смородины черной: методы, достижения, направления / С. Д. Князев [и др.]. – Орел : ВНИИСПК, 2016. – 328 с.

12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигадло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

13. Андрушкевич, Т. М. Оценка эффективности селекционного процесса на совмещение комплекса признаков в потомстве крыжовника различного генетического происхождения / Т. М. Андрушкевич // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2015. – № 31 (1). – С. 1–12.

14. Ильин, В. С. Отдаленная гибридизация в роде *Grossularia* Berg. / В. С. Ильин // Проблемы и перспективы межвидовой гибридизации плодовых, ягодных культур и картофеля (методические рекомендации по селекции и семеноводству) : сб. науч. тр. / Юж.-Ур. науч.-исслед. ин-т плодовоовощеводства и картофелеводства ; сост.: В. С. Ильин. – Челябинск, 2000. – Т. IV. – С. 3–25.

15. Евдокименко, С. Н. Лучшие генетические источники и доноры технологических свойств в селекции ремонтантной малины / С. Н. Евдокименко // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. работ / Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства ; редкол.: И. М. Куликов [и др.]. – М., 2018. – Т. 54. – С. 35–40.

16. Царев, А. П. Исходный материал жимолости со съедобными плодами, сортовой идеал и некоторые результаты селекции / А. П. Царев, С. П. Погиба, В. В. Тренин // Селекция и репродукция лесных древесных пород : учеб. / А. П. Царев, С. П. Погиба, В. В. Тренин. – М., 2002. – С. 434–438.

17. Скворцов, А. К. Голубые жимолости: Ботаническое изучение и перспективы культуры в средней полосе России / А. К. Скворцов, А. Г. Куклина. – М. : Наука, 2002. – 160 с.

18. Халафян, А. А. STATISTICA 6. Математическая статистика с элементами теории вероятностей : учеб. / А. А. Халафян. – М. : Бинوم, 2010. – 492 с.

SOURCES OF LARGE-FRUIT CAPACITY IN BREEDING OF BERRY CROPS

L. V. FROLOVA, M. L. PIGUL, A. G. ZAZULIN, E. O. KOLYADKO

Summary

This article provides outline information about the genetic sources of large-fruited black currant, gooseberry, blue honeysuckle and primocane raspberry, identified as a result of studying the collections in 2020–2022. For the purpose of using in further breeding work, 4 sources of large-fruited black currant were identified (Blagoslovenie, Geo, Rita, Selechenskaya-2), 6 – gooseberries (Zelenyj dozhd, Karpaty, Kubanets, Malahit, Sadko, Snezhana), 4 – primocane raspberries (Bryanskoye divo, Verasnevaya, Gerakl, Joan Jay (Joan J)), 3 – blue honeysuckle (Zinri, Pavlovskaya, Sinyavokaya). The selected samples were used in breeding programs, as well as for interstate exchange, expanding the range of berry crops in the Republic of Belarus and further introduction new varieties into production.

Keywords: genetic resources, berry crops, black currant, gooseberry, remontant raspberry, blue honeysuckle, variety, large-fruit capacity, breeding, Belarus.

Поступила в редакцию 10.03.2023

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИСТЬЕВ СОРТОВ ГОЛУБИКИ, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В БЕЛАРУСИ

Н. Б. ПАВЛОВСКИЙ

ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,

ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220012, Беларусь,

e-mail: pavlovskiyn62@gmail.com

АННОТАЦИЯ

На основании результатов стационарных исследований определены морфометрические параметры листовых пластинок 21 сорта голубики высокорослой и 2 сортов голубики полувысокорослой. Установлено, что у большинства исследуемых сортов голубики морфометрические показатели листовых пластинок побегов формирования значительно превышают таковые у побегов ветвления. Максимальные значения размерных характеристик листьев отмечены у сорта Reka (площадь листовой пластинки на побегах формирования в среднем составляет 19,6 см²), а наименьшие – у сорта Caroline Blue (6,4 см²). Для листьев голубики характерно явление гетерофилии, которое в наибольшей степени выражено у сорта Denise Blue (6 форм), в меньшей – у сортов Bluecrop, Jersey и Northland (1 форма). Преобладающими формами листовой пластинки у сортов голубики высокорослой являются заостренно-эллиптическая и продолговато-эллиптическая. Показатели коэффициента формы листа у сортов голубики варьируют от 0,62 (Patriot) до 0,73 (Denise Blue). Основная форма основания листовой пластинки клиновидная. Верхушка листа у всех изучаемых сортов голубики заостренная, слабовытянутой формы.

Ключевые слова: *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*, голубика высокорослая, голубика полувысокорослая, морфология, сортовые особенности, листовая пластинка, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Голубика высокорослая (*Vaccinium corymbosum* L.) и полувысокорослая (*Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*) интродуцирована в Беларусь из Североамериканского континента. Одним из важных критериев оценки успешности адаптации интродуцированных растений в новом районе является сохранение присущих им морфологических признаков. Кроме того, детальное морфологическое описание завезенных растений необходимо для выявления таксономических особенностей с целью их идентификации и использования в селекции [1].

Анализ литературных источников, касающихся морфологической характеристики листьев голубики высокорослой и полувысокорослой, показал, что зарубежные авторы [2–5] приводят лишь краткое общее описание этого вегетативного органа. Морфологические показатели листовых пластинок 7 сортов голубики в условиях Литвы представлены в работе В. Ф. Буткуса, З. П. Буткене [6]. Некоторые морфометрические параметры листьев 6 сортов голубики высокорослой, интродуцированных в Беларуси, приведены в работе Т. В. Курлович, В. Н. Босак [7]. Подробная морфологическая характеристика листьев 15 сортов данной культуры выполнена нами ранее [8].

Цель настоящей работы – определение морфологических особенностей листьев сортов голубики высокорослой и полувысокорослой, ранее не исследованных в условиях Беларуси.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сбор экспериментального материала выполняли в течение 2020–2022 гг. в коллекционных насаждениях отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений ЦБС НАН Беларуси, расположенной в Ганцевичском районе Брестской области (N 52°74', E 26°38'). Объектом исследований являлись листья 21 сорта голубики высокорослой (Bluecrop, Blueray, Bluerose, Bluetta, Caroline Blue, Coville, Croatan, Darrow, Denise Blue, Duke, Earliblue, Elizabeth, Hardyblue, Herbert, Jersey, Nelson, Northland, Patriot, Reka, Rubel, Weymouth) и 2 сортов голубики полувысокорослой (Northblue, Northcountry).

Насаждения голубики созданы в 1998 г. двухлетними корнесобственными саженцами. Схема посадки растений – $2,0 \times 1,5$ м. Почва на участке минеральная с $pH_{(H_2O)}$ 4,5, подстилаемая рыхлым, разнородным песком. Приствольная полоса насаждений замульчирована древесными опилками слоем 10 см и шириной 1 м. Междурядья содержали под естественным задернением. Насаждения оборудованы системой орошения, которую использовали в бездождевые периоды. Ежегодно проводили санитарную обрезку растений, при которой удаляли отмершие, поврежденные и неудачно расположенные побеги, а также омолаживающую обрезку, при которой удаляли ветви старше 8 лет.

Для определения морфометрических параметров листовых пластинок (длина, ширина, площадь) отбирали по 100 листьев с побегов формирования и побегов ветвления после завершения ими прироста в длину и полного формирования листьев (июнь). Отбор побегов проводили одновременно у всех оцениваемых сортов на нескольких растениях каждого сорта. На масштабной координатной чертежной бумаге фиксировали контуры всех имеющихся на стебле листьев. Биометрические показатели листовых пластинок определяли путем подсчета числа занимаемых клеток.

Побеги классифицировали согласно методическим указаниям М. Т. Мазуренко [9]. Побеги формирования выполняют скелетную функцию, обладают свойством усиленного роста, обычно имеют длину 50–100 см, диаметр – 6–8 мм и растут из основания куста. Побеги ветвления (плодоносящие) многочисленны, растут почти под прямым углом на побегах ветвления и реже формирования, длина – 5–20 см, диаметр – 1,5–2,5 мм.

Площадь листовой пластинки определяли путем подсчета числа занимаемых квадратов на миллиметровой бумаге.

Индекс листа вычисляли как отношение его длины к ширине по формуле [10]:

$$i = A / B, \quad (1)$$

где i – индекс листа; A – длина листа; B – ширина листа.

Коэффициент формы листа вычисляли по формуле [11]:

$$K = S / (a \times b), \quad (2)$$

где K – коэффициент формы листа; S – площадь листовой пластинки; a и b – ее длина и ширина.

Определение формы листовой пластинки осуществляли по индексу листа [12]. Описание морфологических особенностей листьев проводили на основе методических указаний Н. С. Самигуллиной [13].

Статистическую обработку данных выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95%-ном уровне значимости.

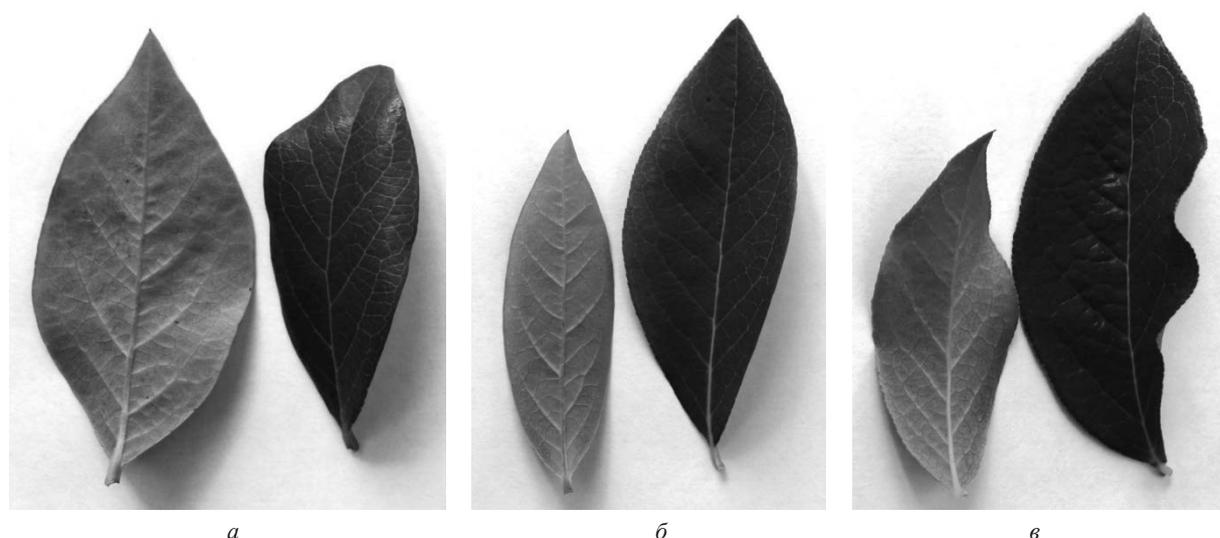
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Листья у голубики высокорослой сверху зеленые, голые, блестящие, снизу – более светлые, матовые. Среди исследуемых сортов данной культуры сорта Northland и Jersey отличаются более светлой окраской листьев. У сортов Coville, Earliblue, Nelson, Patriot и Reka листья интенсивно-зеленые (табл. 1). Осенняя окраска листьев имеет привлекательный декоративный цвет, варьирующий в зависимости от сорта от желтовато-красного до ярко-красного или бордового. Поверхность листа плоская, только у сортов Denise Blue, Hardyblue и Northcountry сложена положительно, при этом у последнего сорта лист изогнут (см. рисунок). Край листовой пластинки у подавляющего числа сортов голубики цельный, лишь у сортов Northcountry, Northland и Patriot – остропильчатый (мелкопильчатый). Листья голубики очередные, прилегающие, прикрепляются под острым углом к стеблю короткими черешками (2–3 мм). Особенностью сорта Denise Blue является расположение листьев под более острым углом к оси стебля.

Для листьев большинства исследуемых сортов голубики характерна заостренная, слабовытянутая форма верхушки, когда края листовой пластинки, смыкаясь кверху, образуют треугольную вершину. Преобладающей формой основания листовой пластинки является клиновидная,

Таблица 1. Морфологические особенности листьев сортов голубики

Сорт	Окраска листа	Поверхность листа	Край листа	Скрученность листа	Волнистость краев листа	Угол положения листа к стеблю
Bluecrop	Зеленая	Плоская	Цельный	Слабая	Средняя	Острый большой
Blueray	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Bluerose	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Bluetta	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Caroline Blue	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Coville	Интенсивно-зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Croatan	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Darrow	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Denise Blue	Зеленая	Сложенная положительно	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый средний
Duke	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Earliblue	Интенсивно-зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Elizabeth	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Hardyblue	Зеленая	Сложенная положительно	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Herbert	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Jersey	Светло-зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Nelson	Интенсивно-зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Northblue	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Средняя	Острый большой
Northcountry	Зеленая	Изогнутая, сложенная положительно	Остропильчатый	Отсутствует	Средняя	Острый большой
Northland	Светло-зеленая	Плоская	Остропильчатый	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Patriot	Интенсивно-зеленая	Плоская	Остропильчатый	Отсутствует	Средняя	Острый большой
Reka	Интенсивно-зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Rubel	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой
Weymouth	Зеленая	Плоская	Цельный	Отсутствует	Отсутствует	Острый большой



Нижняя и верхняя сторона листа трех сортов голубики: а – Bluecrop; б – Denise Blue; в – Northcountry

реже округленно-клиновидная. Как правило, более округлая форма основания листа присуща крупным листьям, формирующимся в срединной части побега (прироста). У мелких и средних листьев основание листа клиновидное.

Исследуемые сорта голубики существенно различаются размерами листовой пластинки. Так, более крупными листовыми пластинками на побегах формирования характеризуются сорта Hardyblue, Reka и Jersey. Причем наибольшая длина (8,1 см) и площадь (21,4 см²) листовой пластинки отмечена у сорта Hardyblue, а наибольшая ширина (3,9 см) – у сорта Jersey (табл. 2). Далее, в порядке снижения площади листовой пластинки, следуют сорта Reka, Jersey, Croatan, Bluerose, Coville, Weymouth, Rubel, Earliblue, Bluecrop, Darrow, Patriot, Herbert, Denise Blue, Bluetta, Elizabeth, Duke, Northblue, Nelson, Northcountry, Northland, Blueray и Caroline Blue. Длина листовой пластинки для данной группы сортов уменьшается от 6,9 (Reka) до 4,5 см (Blueray), ширина – от 3,8 (Bluerose) до 1,8 см (Blueray) и площадь соответственно – от 19,6 (Reka) до 5,1 см² (Caroline Blue).

Таблица 2. Биометрические показатели листовых пластинок побегов формирования разных сортов голубики

Сорт	Длина, см		Ширина, см		Площадь, см ²		i листа		Коэффициент формы	
	$x \pm m_x$	V, %	$x \pm m_x$	V, %	$x \pm m_x$	V, %	$x \pm m_x$	V, %	$x \pm m_x$	V, %
Bluecrop (st.)	6,0 ± 0,8	19	3,0 ± 0,6	27	12,6 ± 3,4	39	2,1 ± 0,2	15	0,65 ± 0,02	5
Blueray	4,5 ± 1,0	32	1,8 ± 0,4	32	5,7 ± 1,7	47	2,4 ± 0,2	30	0,66 ± 0,14	30
Bluerose	5,6 ± 0,9	22	3,8 ± 0,7	25	15,3 ± 4,5	42	1,5 ± 0,2*	16	0,69 ± 0,02	17
Bluetta	5,5 ± 1,1	28	3,0 ± 0,6	9	11,4 ± 3,9	48	1,8 ± 0,1	10	0,65 ± 0,03	6
Caroline Blue	3,8 ± 0,7*	28	1,8 ± 0,3	25	5,1 ± 1,6*	45	2,3 ± 0,2	13	0,70 ± 0,06	11
Coville	6,2 ± 1,3	29	3,3 ± 0,9	38	14,4 ± 5,4	54	2,0 ± 0,3	18	0,65 ± 0,05	7
Croatan	6,9 ± 1,3	28	3,3 ± 0,7	30	15,5 ± 4,9	46	2,1 ± 0,2	10	0,64 ± 0,02	5
Darrow	5,6 ± 1,6	41	3,0 ± 0,9	44	12,7 ± 5,3	60	1,9 ± 0,1	9	0,69 ± 0,06	13
Denise Blue	6,1 ± 0,9	29	2,6 ± 0,4	33	12,0 ± 3,4	57	2,4 ± 0,1	4	0,71 ± 0,02	4
Duke	5,2 ± 1,0	27	2,9 ± 0,5	24	10,4 ± 3,4	47	1,8 ± 0,2	16	0,66 ± 0,04	9
Earliblue	5,7 ± 1,3	33	3,1 ± 0,8	42	12,3 ± 4,6	54	1,9 ± 0,2	17	0,64 ± 0,02	6
Elizabeth	6,1 ± 0,6	14	2,7 ± 0,3	17	11,1 ± 2,4	31	2,3 ± 0,1	4	0,64 ± 0,02	5
Hardyblue	8,1 ± 1,1	20	3,7 ± 0,6	21	21,4 ± 5,5*	37	2,2 ± 0,1	7	0,67 ± 0,01	3
Herbert	5,9 ± 0,6	14	3,1 ± 0,4	19	11,7 ± 2,4	30	1,9 ± 0,1	10	0,63 ± 0,02	6
Jersey	6,8 ± 1,1	23	3,9 ± 0,6	23	17,6 ± 4,6	38	1,7 ± 0,1*	7	0,64 ± 0,04	9
Nelson	4,8 ± 0,9	27	2,6 ± 0,5	25	9,0 ± 3,2	50	1,8 ± 0,2	12	0,65 ± 0,04	15
Northblue	5,4 ± 1,1	30	2,6 ± 0,5	29	9,8 ± 3,3	48	2,0 ± 0,1	9	0,66 ± 0,03	7
Northcountry	5,0 ± 0,7	21	2,4 ± 0,4	24	8,1 ± 2,3	40	2,1 ± 0,2	14	0,64 ± 0,02	5
Northland	4,1 ± 1,0	34	2,3 ± 0,5	31	6,8 ± 2,6	56	1,7 ± 0,1*	11	0,66 ± 0,06	13
Patriot	5,8 ± 1,0	24	2,9 ± 0,4	19	12,1 ± 3,0	36	2,0 ± 0,2	12	0,69 ± 0,03	7
Reka	6,9 ± 1,1	33	3,7 ± 0,6	34	19,6 ± 5,8	59	1,9 ± 0,0	2	0,72 ± 0,00	0
Rubel	6,3 ± 1,1	26	3,2 ± 1,0	46	12,8 ± 4,3	50	2,2 ± 0,3	19	0,63 ± 0,08	18
Weymouth	5,8 ± 1,4	36	3,0 ± 0,8	37	13,8 ± 5,1	55	2,0 ± 0,1	10	0,70 ± 0,06	13
HCP	2,12		1,31		7,29		0,37		0,140	

* Статистически значимые различия.

Максимальные значения ширины (3,0 см) и площади (13,0 см²) листовой пластинки на побегах ветвления отмечены у сорта Reka, а наибольшая длина листа (6,5 см) – у сорта Hardyblue (табл. 3). У сорта Northcountry на побегах ветвления формируются наиболее мелкие листья по сравнению с другими сортами голубики высокорослой, поэтому последовательность сортов в порядке снижения площади листа несколько иная: Reka, Hardyblue, Earliblue, Croatan, Herbert, Coville, Nelson, Elizabeth, Jersey, Caroline Blue, Duke, Blueray, Denise Blue, Darrow, Patriot, Rubel, Bluerose, Weymouth, Northland, Bluecrop, Bluetta, Northblue и Northcountry. Размерные характеристики листовой пластинки для данной группы сортов следующие: длина – 6,5 (Hardyblue) 3,5 см (Northland, Northcountry); ширина – 3,0 (Reka); 1,4 см (Northcountry); площадь 13,0 (Reka); 3,4 см² (Northcountry).

Сравнительный анализ средних показателей биометрических параметров листовых пластинок побегов формирования и побегов ветвления показывает, что у двадцати сортов голубики листья на побегах формирования существенно крупнее. Только у сортов Blueray, Caroline Blue и Nelson морфометрические параметры листовых пластинок на побегах формирования незначительно меньше, чем на побегах ветвления. По данным В. Ф. Буткус, З. П. Буткене [6] и Т. В. Курлович, В. Н. Босак [7] листовые пластинки побегов формирования крупнее, чем побегов ветвления.

Таблица 3. Биометрические показатели листовых пластинок побегов ветвления разных сортов голубики

Сорт	Длина, см		Ширина, см		Площадь, см ²		<i>i</i> листа		Коэффициент формы	
	$x \pm m_x$	V, %	$x \pm m_x$	V, %	$x \pm m_x$	V, %	$x \pm m_x$	V, %	$x \pm m_x$	V, %
Bluecrop (st.)	4,1 ± 1,0	35	2,1 ± 0,5	31	5,8 ± 2,3	57	1,9 ± 0,2	23	0,65 ± 0,05	12
Blueray	4,9 ± 1,4	43	2,0 ± 0,6	45	7,0 ± 3,3	70	2,5 ± 0,2*	15	0,66 ± 0,06	13
Bluerose	4,6 ± 0,6	19	2,1 ± 0,3	23	6,5 ± 1,4	32	2,2 ± 0,2	14	0,64 ± 0,03	8
Bluetta	3,9 ± 0,7	26	2,0 ± 0,4	27	5,5 ± 1,7	45	1,9 ± 0,1	10	0,66 ± 0,05	11
Caroline Blue	4,6 ± 1,2	37	2,4 ± 0,5	31	7,8 ± 2,9	53	1,9 ± 0,2	14	0,64 ± 0,06	8
Coville	5,2 ± 1,2	33	2,6 ± 0,7	40	9,4 ± 3,5	55	2,1 ± 0,3	19	0,63 ± 0,03	7
Croatian	4,8 ± 1,1	34	2,7 ± 0,6	34	10,0 ± 3,4	50	1,8 ± 0,2	17	0,70 ± 0,11	13
Darrow	4,5 ± 0,7	23	2,2 ± 0,5	31	6,8 ± 2,1	45	2,1 ± 0,2	14	0,66 ± 0,06	13
Denise Blue	4,7 ± 0,7	30	1,9 ± 0,2	27	6,9 ± 1,9	55	2,6 ± 0,0*	0	0,73 ± 0,02	4
Duke	4,6 ± 0,9	22	2,3 ± 0,3	24	7,5 ± 1,9	40	2,0 ± 0,1	10	0,66 ± 0,03	5
Earliblue	5,1 ± 1,4	42	2,9 ± 0,8	44	10,9 ± 4,9	67	1,8 ± 0,1	12	0,65 ± 0,04	8
Elizabeth	5,0 ± 0,9	26	2,4 ± 0,5	30	8,5 ± 2,7	46	2,1 ± 0,2	11	0,66 ± 0,05	9
Hardyblue	6,5 ± 1,4*	31	2,6 ± 0,5	27	11,4 ± 4,4	55	2,5 ± 0,2*	14	0,66 ± 0,09	10
Herbert	5,0 ± 1,5	46	2,7 ± 0,8	46	10,0 ± 4,8	62	1,8 ± 0,1	9	0,65 ± 0,05	12
Jersey	4,4 ± 1,1	35	2,5 ± 0,7	35	7,9 ± 2,9	56	1,8 ± 0,1	6	0,67 ± 0,05	11
Nelson	5,1 ± 0,4	12	2,7 ± 0,3	17	9,3 ± 1,8	28	2,0 ± 0,2	14	0,67 ± 0,05	9
Northblue	4,0 ± 0,5	20	2,0 ± 0,2	14	5,2 ± 1,2	33	2,0 ± 0,1	11	0,63 ± 0,03	7
Northcountry	3,5 ± 0,6	26	1,4 ± 0,2	25	3,4 ± 1,1	45	2,5 ± 0,2*	11	0,66 ± 0,03	7
Northland	3,5 ± 1,2	52	2,1 ± 0,7	50	6,0 ± 3,5	60	1,7 ± 0,1	8	0,68 ± 0,06	13
Patriot	4,4 ± 1,4	47	2,1 ± 0,6	44	6,7 ± 3,3	73	2,1 ± 0,2	14	0,62 ± 0,03	7
Reka	6,1 ± 0,2	8	3,0 ± 0,1	7	13,0 ± 1,0*	16	2,1 ± 0,0	1	0,70 ± 0,00	0
Rubel	4,7 ± 1,1	37	1,9 ± 0,5	36	6,6 ± 2,5	55	2,4 ± 0,1*	5	0,68 ± 0,05	10
Weymouth	3,8 ± 1,3	50	2,2 ± 0,6	43	6,4 ± 3,1	74	1,7 ± 0,2	17	0,67 ± 0,07	16
НСР	2,36		1,23		6,48		0,32		0,100	

* Статистически значимые различия.

Размерные характеристики листьев сильно варьируют в пределах одного побега и зависят от места расположения на стебле или приросте (если побег состоит из нескольких приростов). Так, нижние листья мелкие, срединные – крупные, верхушечные – средних, реже мелких размеров. Это обусловлено гетеробластным развитием листьев на побеге, которое определяется реакцией апикальной меристемы на абиотические и биотические факторы. Для большинства растений аборигенной флоры, дающих один прирост побегов за вегетационный период, лимитирующими факторами являются долгота дня и окружающая температура, которые определяют начало и завершение вегетации. Голубика высокорослая в течение вегетационного периода дает несколько (2–3) приростов побегов в длину, при этом температурный режим и длина светового дня в этот период существенно не изменяются, соответственно не ограничивают процесс роста. По этой причине морфометрические параметры листовой пластинки характеризуются достаточно высокими значениями коэффициента вариации, что объясняется большим диапазоном размерных характеристик листьев. Например, длина листовой пластинки на побеге формирования у сорта Nelson варьирует от 1,0 до 7,5 см.

Следует отметить, что число листьев, расположенных на одном типе побегов, и их морфологические характеристики находятся в прямой зависимости от длины и диаметра стебля, так как

на более мощных стеблях формируются более крупные листья и большее их число. По мнению А. С. Девятова [14], это обусловлено корреляцией роста: взаимозависимостью размеров органов у растений, определяемой количеством питательных веществ и их распределением. Этим также объясняется тот факт, что у большего числа исследуемых сортов голубики побеги формирования несут более крупные листья, чем побеги ветвления.

Варьирование размерных характеристик листьев у разных сортов голубики высокорослой обуславливает изменчивость форм листовой пластинки. Подтверждением этому являются существенные сортовые различия листового индекса (i), который характеризует форму усредненной для таксона листовой пластинки. Так, на побегах формирования наименьшее его значение (1,5) получено для сорта Bluerose, обладающего наиболее округлыми листьями, а наибольшие (2,6 и 2,4) – для сорта Denise Blue, характеризующегося более продолговатой листовой пластинкой. Именно сортовым различием форм листьев объясняется некоторое несоответствие в последовательностях сортов в порядке снижения размерных характеристик. Так, на побегах ветвления у сорта Reka ($i = 2,1$) листовая пластинка имеет большую ширину и площадь, чем у сорта Hardyblue ($i = 2,5$), характеризующегося более длинной листовой пластинкой. Аналогичная ситуация наблюдается с параметрами листьев на побегах формирования: у сорта Hardyblue ($i = 2,2$) листья длиннее и имеют большую площадь, чем у сорта Jersey ($i = 1,7$), у которого более широкая листовая пластинка.

Для голубики высокорослой характерно явление гетерофилии, когда один побег несет листья разных форм (табл. 4).

Таблица 4. Встречаемость разных по форме листовых пластинок у сортов голубики, %

Сорт	Широко-эллиптическая	Эллиптическая	Продолговато-эллиптическая	Заостренно-эллиптическая	Широколанцетная	Ланцетная	Яйцевидная	Продолговато-яйцевидная	Обратно-яйцевидная	Обратно-продолговато-яйцевидная
Bluecrop	–	–	–	100	–	–	–	–	–	–
Blueray	–	–	83	17	–	–	–	–	–	–
Bluerose	–	3	2	95	–	–	–	–	–	–
Bluetta	4	4	8	80	–	–	–	–	–	–
Caroline Blue	2	6	–	92	–	–	–	–	–	–
Coville	–	–	30	70	–	–	–	–	–	–
Croatan	2	–	7	91	–	–	–	–	–	–
Darrow	–	–	47	53	–	–	–	–	–	–
Denise Blue	–	–	10	25	35	–	–	2	9	19
Duke	2	–	6	92	–	–	–	–	–	–
Earliblue	–	–	25	75	–	–	–	–	–	–
Elizabeth	2	–	7	86	–	5	–	–	–	–
Hardyblue	–	–	56	44	–	–	–	–	–	–
Herbert	–	–	6	94	–	–	–	–	–	–
Jersey	–	–	–	100	–	–	–	–	–	–
Nelson	–	7	–	93	–	–	–	–	–	–
Northblue	–	–	9	91	–	–	–	–	–	–
Northcountry	4	–	17	79	–	–	–	–	–	–
Northland	–	–	–	100	–	–	–	–	–	–
Patriot	–	–	38	62	–	–	–	–	–	–
Reka	–	19	–	17	–	–	57	–	7	–
Rubel	–	5	95	–	–	–	–	–	–	–
Weymouth	–	–	11	89	–	–	–	–	–	–

При всем разнообразии форм листовой пластинки у исследуемых сортов голубики высокорослой основными характерными для них формами являются заостренно-эллиптическая и продолговато-эллиптическая, где продольное измерение листа превышает поперечное от 1,2 до 2,5 раза. У сорта Reka преобладает яйцевидная форма листовой пластинки, а у сорта Denise Blue – широколанцетная. В. Ф. Буткус и З. П. Буткене [6] также указывают, что основной формой листьев у голубики высокорослой являются эллиптическая и яйцевидная. Т. В. Курлович и В. Н. Босак [7] считают основными формами листовых пластинок у голубики эллиптическую и овальную. По-видимому, данное несоответствие объясняется отсутствием единой классификации форм листовой пластинки. Так, А. Фишер [15] считает синонимами «овальный» и «эллиптический», т. е. не обособляет эти формы. В. И. Фаворский [16] выделяет только овальную форму листовой пластинки. G. W. Bischoff [17] отдельно выделяет эллиптическую и овальную форму и признает их хорошо отличимыми друг от друга. Ал. А. Федоров, М. Э. Кирпичников, З. Т. Артюшенко [12] кроме эллиптической формы листовой пластинки также выделяют заостренно-эллиптическую, а от термина «овальный» вообще отказываются. Термины «яйцевидный» и «овальный» также нередко смешиваются, однако у большинства авторов они рассматриваются отдельно.

Полученные нами данные полностью согласуются с расчетными показателями листового индекса с учетом смещения наибольшей ширины листа. Приведенные значения коэффициента формы листа (см. табл. 2, 3), на наш взгляд, можно считать сортовой особенностью. Значение данного показателя свидетельствует о том, насколько форма листовой пластинки каждого конкретного сорта близка к прямоугольной. Для сортов голубики высокорослой коэффициент формы варьирует от 0,62 (Patriot) до 0,73 (Darrow). При этом отмечены некоторые отличия в форме листовой пластинки для разных типов побегов. Так, на побегах формирования коэффициент формы листа у сорта Caroline Blue ближе к единице (0,70), а на побегах ветвления – 0,64. У сорта Croatan, наоборот, на побегах ветвления этот показатель больше (0,70), чем на побегах формирования (0,64), следовательно, в первом случае форма листа в большей степени приближается к прямоугольной. Аналогичное отличие в форме листовой пластинки по типам побегов отмечено для сортов Bluerose, Bluetta, Coville, Darrow, Denise Blue, Earliblue, Elizabeth, Hardyblue, Herbert, Jersey, Northblue, Northcountry, Northland, Nelson, Patriot, Reka, Rubel и Weymouth. Одинаковая форма листовой пластинки, независимо от типа побега, присуща сортам Bluecrop (0,65), Blueray и Duke (0,66). Полученные коэффициенты формы листа следует учитывать при идентификации сортов, а также можно использовать для определения площади листовой пластинки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У большинства исследуемых сортов голубики высокорослой и полувисокорослой морфометрические показатели листовых пластинок побегов формирования значительно превышают эти параметры у побегов ветвления. Максимальные значения размерных характеристик листьев отмечены у сорта Reka (площадь листовой пластинки на побегах формирования в среднем составляет 19,6 см²), а наименьшие – у сорта Caroline Blue (6,4 см²). Для листьев голубики характерно явление гетерофилии, которое в наибольшей степени выражено у сорта Denise Blue (6 форм), в меньшей – у сортов Bluecrop, Jersey и Northland (1 форма). Преобладающими формами листовой пластинки у сортов голубики высокорослой являются заостренно-эллиптическая и продолговато-эллиптическая. Показатели коэффициента формы листа у сортов голубики варьируют от 0,62 (Patriot) до 0,73 (Denise Blue). Основная форма основания листовой пластинки клиновидная. Верхушка листа у всех изучаемых сортов голубики заостренная, слабовытянутой формы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигадло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
2. Gough, R. E. The highbush blueberry and its management / R. E. Gough. – New York ; London ; Norwood (Australia) : Food Products Press, 1994. – 288 p. <https://doi.org/10.1201/9781482298000>

3. Darnell, R. L. Blueberry Botany/Environmental Physiology / R. L. Darnell // Blueberries for Growers, Gardeners, Promoters / ed.: N. F. Childers, P. M. Lyrene – Florida, 2006. – P. 5–13.
4. Pliszka, K. Borówka wysoka / K. Pliszka. – Warszawa : Panst. Wydawn. Rolnicze i Leśne, 2002. – 151 s.
5. Smolarz, K. Uprawa borówki i żurawiny / K. Smolarz. – Warszawa : Hortpress, Sp. z o.o., 2009. – 212 s.
6. Буткус, В. Ф. Биологическая и биохимическая характеристика голубики высокорослой (3. Морфологические особенности сортов) / В. Ф. Буткус, З. П. Буткене // Тр. АН ЛитССР. Сер. В. – 1987. – № 2 (98). – С. 28–38.
7. Курлович, Т. В. Голубика высокорослая в Беларуси / Т. В. Курлович, В. Н. Босак. – Минск : Беларус. навука, 1998. – 176 с.
8. Дрозд, О. В. Морфометрические особенности листьев голубики высокорослой разных сортов, интродуцированных в Беларуси / О. В. Дрозд, Н. Б. Павловский // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2015. – Т. 27. – С. 196–205.
9. Мазуренко, М. Т. Вересковые кустарнички Дальнего Востока (структура и морфогенез) / М. Т. Мазуренко. – М. : Наука, 1982. – 184 с.
10. Ботаника: Морфология и анатомия растений : учеб. пособие / А. Е. Васильев [и др.]. – М. : Просвещение, 1988. – 479 с.
11. Бормотов, В. Е. Экспериментальная полиплоидия и гетерозис у сахарной свеклы / В. Е. Бормотов, Н. В. Турбин. – Минск : Наука и техника, 1972. – 230 с.
12. Федоров, Ал. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист / Ал. А. Федоров, М. Э. Кирпичников, З. Т. Артюшенко ; под. общ. ред. П. А. Баранова. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1956. – 313 с.
13. Самигулина, Н. С. Практикум по селекции и сортоведению плодовых и ягодных культур / Н. С. Самигулина. – Мичуринск : Изд-во ФГОУ ВПО «Мичур. гос. аграр. ун-т», 2006. – 198 с.
14. Девятов, А. С. Плодоводство : учеб. пособие / А. С. Девятов. – Минск : Ураджай, 1979. – 192 с.
15. Фишер, А. Курс ботаники по лекциям, читанным медикам, фармацевтам и естественникам совместно. Отдел I. Введение. Органография и морфология семенных растений / А. Фишер. – Варшава : Тип. К. Коваленского, 1891. – 255 с.
16. Фаворский, В. И. Краткий курс морфологии цветковых и руководство к собиранию и определению высших растений / В. И. Фаворский. – Петроград ; Киев : Сотрудник, 1914 (Киев). – 152 с.
17. Bischoff, G. W. Handbuch der botanischen Terminologie und Systemkunde / G. W. Bischoff. – Nürnberg : J. L. Schrag, 1833. – 728 s.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE LEAVES OF BLUEBERRY VARIETIES INTRODUCED IN BELARUS

N. B. PAVLOVSKY

Summary

As the result of performed stationary studies, the morphometric parameters of leaf blades of 21 varieties of highbush blueberry and 2 varieties of half-highbush blueberry were determined. It was established that in most blueberry varieties under study, the morphometric parameters of the leaf blades of the formation shoots significantly exceed those in the branching shoots. The maximum values of the size characteristics of the leaves were noted in the Reka variety (the area of the leaf blade on the formation shoots is on average 19.6 cm²), and the smallest values were noted in the Caroline Blue variety (6.4 cm²). Heterophilia is a characteristic phenomenon for blueberry leaves, which is most pronounced in the Denise Blue variety (6 forms), to a lesser extent – in the Bluecrop, Jersey and Northland varieties (1 form). The predominant shapes of the leaf blade in highbush blueberry varieties are pointed-elliptical and oblong-elliptical. The leaf shape factor for blueberry varieties ranges from 0.62 (Patriot) to 0.73 (Denise Blue). The predominant shape of the base of the leaf blade is wedge-shaped. The top of the leaf in all blueberry varieties studied is pointed, slightly elongated.

Key words: *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*, highbush blueberry, half-highbush blueberry, morphology, varietal characteristics, leaf blade, Belarus.

Поступила в редакцию 06.02.2023

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ РАЗНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Ж. А. РУПАСОВА¹, Н. Б. КРИНИЦКАЯ¹, Д. О. СУЛИМ¹, К. А. ДОБРЯНСКАЯ¹,
Н. Б. ПАВЛОВСКИЙ¹, Л. В. ГОНЧАРОВА¹, Э. И. КОЛОМИЕЦ², З. М. АЛЕЩЕНКОВА²,
М. Н. МАНДРИК-ЛИТВИНОВИЧ²

¹ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220012, Беларусь,
e-mail: rupasova@basnet.by

²ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»,
ул. акад. Купревича, 2, г. Минск, 220141, Беларусь,
e-mail: microbio@mbio.bas-net.by

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследования влияния фунгицидных препаратов – химического – *Беллис* и бактериальных – *ХелсБеррин* и *ХелсБеррин* в сочетании с *Гуматом калия* при дву- и четырехкратных обработках растений голубики высокорослой – на содержание в плодах сухих веществ, аскорбиновой и свободных органических кислот, растворимых сахаров и показатель сахарокислотного индекса в рамках двух полевых экспериментов с идентичной 6-вариантной схемой, но при разном уровне плодородия почвы – менее высоким – на экспериментальной базе ЦБС НАН Беларуси (ЭБ) и более высоким – в расположенном на 10 км севернее крестьянско-фермерском хозяйстве «Ягодное лукошко» (КФХ).

Позитивное действие испытываемых фунгицидов на совокупность исследуемых биохимических характеристик плодов голубики оказалось в 1,1–1,7 раза выше в условиях КФХ, нежели на ЭБ, причем в обоих экспериментах наименее успешным было применение химического фунгицида *Беллис*. Обработки растений *ХелсБеррином* в сочетании с *Гуматом калия* по эффективности превосходили таковые одним *ХелсБеррином* в 1,1–1,5 раза в эксперименте на ЭБ и в 1,1 раза – в КФХ. При этом увеличение количества обработок способствовало повышению результативности применения обоих видов микробных препаратов в первом эксперименте в 1,2–1,6 раза, во втором – в 1,1 раза.

Ключевые слова: микробные и химические фунгициды, голубика высокорослая, плоды, биохимический состав, органические кислоты, растворимые сахара.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с совершенствованием биологических систем защиты посадок голубики высокорослой от фитопатогенов в условиях Беларуси, представляется весьма актуальным и целесообразным использование в этих целях микробных препаратов, обеспечивающих получение высококачественной экологически чистой ягодной продукции, что согласуется с принятым в Республике Беларусь в ноябре 2018 г. Законом «О производстве и обращении органической продукции», запрещающим использование в растениеводческих технологиях любых химических средств, в том числе фунгицидного действия. Для реализации этой цели в 2021–2022 гг. в Ганцевичском р-не Брестской обл. впервые были осуществлены испытания нового жидкого бактериального препарата *ХелсБеррин*, разработанного в Институте микробиологии НАН Беларуси на основе клеток, спор и продуктов метаболизма бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* Б.16, *Bacillus amyloliquefaciens* З.9, для защиты от болезней плодовых культур. Наряду с этим было проведено испытание еще одной формы данного препарата в сочетании с 2%-ным раствором *Гумата калия*.

Оценку эффективности обозначенных фунгицидов выполняли на основе сравнительного исследования в опытной культуре степени воздействия их разных доз и кратности обработок растений на основные параметры развития и биохимический состав плодов в сравнении с химическим фунгицидом *Беллис*, разрешенным для использования на территории республики на посад-

ках голубики высокорослой. Особый интерес при этом представляло исследование влияния обозначенных препаратов на содержание в плодах органических кислот и углеводов, в значительной степени влияющих на их вкусовые свойства, что и определило цель настоящей работы.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены на примере сорта голубики высокорослой *Bluescop* в рамках двух полевых экспериментов с идентичной 6-вариантной схемой обработок растений в период созревания плодов, но в разных почвенных условиях – на экспериментальном участке отраслевой лаборатории интродукции и технологии ягодных растений ЦБС НАН Беларуси (ЭБ) и на территории расположенного на 10 км севернее крестьянско-фермерского хозяйства «Ягодное лукошко» (КФХ):

1 – контроль (обработка водой);

2 – обработка растений воднодиспергируемыми гранулами химического фунгицида *Беллис* из расчета 0,8 кг/га при норме расхода 2 г/л;

3, 4 – дву- и четырехкратная обработка жидким микробным препаратом *ХелсБеррин* из расчета 20 л/га при норме расхода 50 мл/л;

5, 6 – дву- и четырехкратная обработка жидким биологическим препаратом *ХелсБеррин* в сочетании с 2%-ным *Гуматом калия* из расчета 20 л/га при норме расхода 50 мл/л.

В варианте опыта с двукратной обработкой растений первая совпадала по времени со второй в варианте с четырехкратной обработкой, тогда как вторая обработка проводилась за 3–5 дней до сбора плодов. В варианте с четырехкратной обработкой первую проводили по завершении цветения растений, две последующие – через каждые 10 дней, а последнюю – за 3–5 дней до сбора плодов. Норма расхода рабочей жидкости на одну обработку составляла 2 л на каждый вариант опыта в двукратной повторности.

Почва на ЭБ торфяно-глебовая, мелиорированная, развитая на слое пушицево-сфагнового верхового торфа, подстилаемым с глубины 50 см рыхлым, разнородным песком. Торф среднеразложившийся, с зольностью 15 % и содержанием P_2O_5 – 131 мг/кг, K_2O – 180, Ca – 246, Mg – 32 мг/кг. Реакция почвенного раствора (pH_{H_2O}) в пристволевой зоне посадок голубики варьировала в диапазоне 4,9–6,2, тогда как у мульчирующего слоя (древесные опилки) она составляла 4,9–5,3, а в междурядьях – 4,7–5,1.

Почва на участке КФХ дерново-подзолистая, супесчаная, с содержанием гумуса 3,5 %, P_2O_5 – 285 мг/кг, K_2O – 74, Ca – 982, Mg – 124 мг/кг. Реакция почвенного раствора (pH_{H_2O}) в пристволевой зоне посадок голубики соответствовала области более низких, чем на предыдущем участке, значений – от 3,8 до 4,9 при pH мульчирующего слоя (древесные опилки) в пределах от 4,7 до 4,8, а в междурядьях – 5,0–5,7.

В период созревания плодов в свежих усредненных пробах растительного материала определяли содержание сухих веществ по ГОСТ 28561-90 [1]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [2]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [2]. В высушенных при температуре 60 °С пробах содержание растворимых сахаров определяли ускоренным полумикрометодом [3]. Все аналитические определения выполнены в 2-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Показанные выше различия субстратной основы в полевых экспериментах, на наш взгляд, в определенной мере могли отразиться на восприимчивости опытных растений *V. corymbosum* к воздействию испытываемых фунгицидных препаратов, что нашло подтверждение в результатах биохимических исследований. Как следует из табл. 1, плоды голубики в опыте на территории ЭБ характеризовались меньшим, чем в КФХ, содержанием сухих веществ, изменявшимся в интервалах 11,8–13,3 % и 14,0–15,0 % соответственно, но при этом более высоким содержанием

Таблица 1. Содержание сухих веществ, органических кислот и растворимых сахаров в плодах *V. rotundifolium* в вариантах полевых опытов

Вариант опыта	Сухие вещества, %		Свободные органические кислоты, %		Аскорбиновая кислота, мг/100 г		Растворимые сахара, %		Сахарокислотный индекс	
	$\bar{x} \pm S_x$	t_{cr}	$\bar{x} \pm S_x$	t_{cr}	$\bar{x} \pm S_x$	t_{cr}	$\bar{x} \pm S_x$	t_{cr}	$\bar{x} \pm S_x$	t_{cr}
ЭБ										
1. Контроль	12,3 ± 0,3		7,53 ± 0,12		476,1 ± 3,2		47,3 ± 0,3		6,3 ± 0,1	
2. Беллис	13,3 ± 0,3	2,8*	8,32 ± 0,04	6,3*	457,8 ± 5,8	-2,8*	52,3 ± 0,7	6,7*	6,3 ± 0,1	0
3. ХелсБеррин, 2 обр.	13,0 ± 0,3	1,9	9,50 ± 0,04	15,8*	438,7 ± 5,9	-5,6*	55,0 ± 0,1	23,0*	5,8 ± 0,1	-4,9*
4. ХелсБеррин, 4 обр.	12,8 ± 0,3	1,5	9,98 ± 0,07	17,7*	478,6 ± 5,2	0,4	54,3 ± 0,7	9,4*	5,4 ± 0,1	-6,6*
5. ХелсБеррин + Гумат калия, 2 обр.	12,6 ± 0,7	0,4	10,36 ± 0,04	22,5*	455,1 ± 3,9	-4,2*	54,3 ± 0,7	9,4*	5,2 ± 0,1	-9,1*
6. ХелсБеррин + Гумат калия, 4 обр.	11,8 ± 0,6	-0,7	11,31 ± 0,05	29,8*	468,4 ± 3,3	-1,7	57,0 ± 1,0	9,2*	5,0 ± 0,1	-9,8*
КФХ										
1. Контроль	14,9 ± 0,4		4,64 ± 0,04		400,7 ± 6,8		42,0 ± 1,0		9,1 ± 0,3	
2. Беллис	14,1 ± 0,3	-1,6	5,89 ± 0,07	16,6*	421,5 ± 2,7	2,8*	46,7 ± 0,7	3,9*	7,9 ± 0,1	-4,3*
3. ХелсБеррин, 2 обр.	14,0 ± 0,7	-1,2	4,66 ± 0,04	0,4	403,6 ± 7,3	0,3	51,7 ± 0,7	8,0*	11,1 ± 0,2	5,7*
4. ХелсБеррин, 4 обр.	15,0 ± 0,3	0,1	4,56 ± 0,07	-0,9	390,1 ± 2,6	-1,5	52,3 ± 0,7	8,6*	11,5 ± 0,2	7,8*
5. ХелсБеррин + Гумат калия, 2 обр.	14,2 ± 0,9	-0,7	4,62 ± 0,06	-0,2	402,5 ± 7,2	0,2	52,3 ± 0,7	8,6*	11,3 ± 0,2	6,7*
6. ХелсБеррин + Гумат калия, 4 обр.	14,1 ± 1,2	-0,7	4,73 ± 0,04	1,9	392,2 ± 7,3	-0,8	54,3 ± 0,7	10,3*	11,5 ± 0,2	7,4*

* Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

аскорбиновой и свободных органических кислот, а также растворимых сахаров, в значительной мере определявших их вкусовые и полезные свойства. Это подтверждалось смещением диапазонов варьирования содержания обозначенных соединений в первом эксперименте в область более высоких значений, составлявших соответственно 438,7–478,6 мг/100 г; 7,53–11,31 % и 47,3–57,0 % против 390,1–421,5 мг/100 г; 4,62–5,89 % и 42,0–54,3 % во втором эксперименте. Однако, несмотря на то, что плоды голубики в опыте на территории ЭБ были несколько богаче своих экспериментальных аналогов в КФХ растворимыми сахарами, из-за существенно более высоких (в 1,4–2,4 раза) темпов накопления в них титруемых кислот, значения их сахарокислотного индекса, определяемого соотношением содержания этих веществ, оказались ниже в 1,3–2,3 раза, что свидетельствовало об их существенно более кислом вкусе. Для сравнения покажем, что диапазоны варьирования данного показателя в рамках экспериментов на ЭБ и КФХ соответствовали областям значений 5,0–6,3 и 7,9–11,5 (табл. 1).

Вместе с тем значительная ширина приведенных диапазонов варьирования исследуемых показателей биохимического состава плодов голубики в рамках обоих полевых экспериментов свидетельствовала о существенном влиянии на них испытываемых фунгицидных препаратов. Для количественной оценки данного влияния были определены относительные различия данных показателей в контроле и в вариантах опытов с применением последних, приведенные в табл. 2. Как и следовало ожидать, различия питательного фона в проводимых экспериментах заметно отразились на степени изменения биохимических характеристик плодов голубики на фоне обработок растений фунгицидами. Так, если в условиях КФХ ни в одном варианте опыта с использованием микробных препаратов не обнаружено их достоверного влияния на содержание в плодах аскорбиновой и свободных органических кислот, то на территории ЭБ во всех вариантах опыта с их применением установлено усиление накопления титруемых кислот на 26–50 % относительно контроля, прогрессирующее с увеличением количества обработок, и наиболее значительное на фоне использования *ХелсБеррина* в сочетании с *Гуматом* калия.

С одной стороны, это можно рассматривать как позитивное явление, учитывая важное физиологическое значение данных соединений, но, с другой стороны, активизация их биосинтеза могла негативно отразиться на вкусовых свойствах плодов. При этом, в отличие от эксперимента в КФХ, в опыте на ЭБ двукратные обработки растений микробными препаратами обусловили хотя и незначительное (в пределах 4–8 %), но все же статистически значимое ослабление нако-

Таблица 2. Относительные различия с контролем вариантов полевых опытов с применением фунгицидов по характеристикам биохимического состава плодов *V. corymbosum*, %

Показатель	Вариант опыта				
	<i>Беллис</i>	<i>ХелсБеррин</i> , 2 обр.	<i>ХелсБеррин</i> , 4 обр.	<i>ХелсБеррин</i> + <i>Гумат</i> калия, 2 обр.	<i>ХелсБеррин</i> + <i>Гумат</i> калия, 4 обр.
ЭБ					
Сухие вещества	+8,1	–	–	–	–
Свободные органические кислоты	+10,5	+26,2	+32,5	+37,6	+50,2
Аскорбиновая кислота	–3,8	–7,9	–	–4,4	–
Растворимые сахара	+10,6	+16,3	+14,8	+14,8	+20,5
Сахарокислотный индекс	–	–7,9	–14,3	–17,5	–20,6
Совокупный эффект	+25,4	+26,7	+33,0	+30,5	+50,1
КФХ					
Сухие вещества	–	–	–	–	–
Свободные органические кислоты	+26,9	–	–	–	–
Аскорбиновая кислота	+5,2	–	–	–	–
Растворимые сахара	+11,2	+23,1	+24,5	+24,5	+29,3
Сахарокислотный индекс	–13,2	+22,0	+26,4	+24,2	+26,4
Совокупный эффект	+30,1	+45,1	+50,9	+48,7	+55,7

Примечание. Прочерк означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

пления в плодах аскорбиновой кислоты по сравнению с контролем при отсутствии изменений в ее содержании при четырехкратном их применении. Вместе с тем и в том, и в другом эксперименте под действием микробных фунгицидов не выявлено также изменений в содержании в плодах сухих веществ (см. табл. 2). Что касается химического фунгицида *Беллис*, то его применение обусловило незначительное (не более чем на 8 %) увеличение содержания сухих веществ только в опыте на ЭБ, тогда как активизация биосинтеза титруемых кислот в условиях КФХ протекала в 2,6 раза активней, чем в предыдущем случае. При этом влияние данного препарата на накопление в плодах аскорбиновой кислоты хотя и нашло статистическое подтверждение, однако было весьма незначительным, не превышавшим 4–5 % по сравнению с контролем, причем в опыте на ЭБ указывало на снижение, тогда как в КФХ – на увеличение ее содержания.

Вместе с тем в обоих полевых экспериментах при использовании всех испытываемых фунгицидных препаратов выявлены однотипные тенденции в изменении в плодах голубики содержания растворимых сахаров. Они состояли в существенном его увеличении, особенно в условиях КФХ (см. табл. 2). Так, если в этом случае оно составляло 11–29 % относительно контроля, то на ЭБ соответствовало области более низких значений – 11–21 % при одинаковых в обоих экспериментах, причем минимальных, размерах данного увеличения на фоне применения химического фунгицида *Беллис*. Заметим, что обработки растений *ХелсБеррином*, независимо от их количества, а также двукратное применение данного препарата в сочетании с *Гуматом калия* обеспечивали сходную по величине активизацию накопления растворимых сахаров, составлявшую 15–16 % в эксперименте на ЭБ и 23–24 % – в КФХ. Вместе с тем при четырехкратном использовании *ХелсБеррина* в сочетании с *Гуматом калия* в обоих экспериментах был получен наиболее выраженный эффект в плане обогащения плодов голубики растворимыми сахарами, достигавший соответственно 21 и 29 % относительно контроля.

Показанное выше в полевом опыте на ЭБ усиление биосинтеза титруемых кислот при использовании биологических фунгицидов по своим темпам в 1,6–2,5 раза превосходило таковое растворимых сахаров, что отрицательно сказалось на показателе сахарокислотного индекса плодов, оцениваемом соотношением количеств данных соединений, поскольку его значения уступали таковым в контроле на 8–21 %. При этом наименьшее отставание от последнего выявлено при двукратной обработке растений *ХелсБеррином*, тогда как наибольшее – при четырехкратном применении данного препарата в сочетании с *Гуматом калия* (см. табл. 2). Это обстоятельство свидетельствовало о соответствующем снижении сладости плодов голубики на фоне обработок растений биологическими фунгицидами. Заметим, что при использовании химического препарата *Беллис* темпы биосинтеза свободных органических кислот и растворимых сахаров оказались сопоставимыми между собой, что обусловило отсутствие изменений сахарокислотного индекса плодов по сравнению с контролем.

В отличие от данного эксперимента, в полевом опыте в условиях КФХ получен прямо противоположный эффект – увеличение показателя сахарокислотного индекса на 22–26 % относительно контроля во всех вариантах с обработками растений микробными фунгицидами. Это указывало на повышение сладости плодов, обусловленное отсутствием влияния данных препаратов на содержание в них титруемых кислот на фоне показанной выше значительной активизации накопления растворимых сахаров. Что касается химического препарата *Беллис*, то его применение обусловило снижение показателя сахарокислотного индекса относительно контроля на 13 %, что объясняется более чем двукратным превышением темпов накопления в плодах свободных органических кислот относительно такового растворимых сахаров.

Для выявления интегральной картины результативности фунгицидных препаратов разной химической природы в плане обогащения плодов голубики действующими веществами в каждом варианте обоих экспериментов было осуществлено суммирование относительных размеров выявленных различий с контролем исследуемых показателей с учетом их знака, дающее представление о совокупном эффекте от испытываемых агроприемов (см. табл. 2). Как видим, позитивное действие испытываемых препаратов на совокупность биохимических характеристик плодов голубики оказалось в 1,1–1,7 раза выше при более высоком уровне плодородия почвы в условиях КФХ, нежели на ЭБ, причем в обоих экспериментах наименее успешным было применение хими-

ческого фунгицида *Беллис*. Обработки растений *ХелсБеррином* в сочетании с *Гуматом калия* по эффективности превосходили таковые одним *ХелсБеррином* в 1,1–1,5 раза в эксперименте на ЭБ и в 1,1 раза – в КФХ. При этом увеличение количества обработок способствовало повышению результативности применения обоих видов микробных препаратов: в первом эксперименте в 1,2–1,6 раза, во втором – в 1,1 раза.

ВЫВОДЫ

В результате исследования влияния фунгицидных препаратов – химического – *Беллис* и бактериальных – *ХелсБеррин* и *ХелсБеррин* в сочетании с *Гуматом калия* при дву- и четырехкратных обработках растений голубики высокорослой – на содержание сухих веществ, аскорбиновой и свободных органических кислот, растворимых сахаров и показатель сахарокислотного индекса в рамках двух полевых экспериментов с идентичной 6-вариантной схемой, но при разном уровне плодородия почвы – менее высоком (ЭБ) и более высоком (КФХ), установлено следующее.

1. В условиях КФХ использование микробных препаратов не оказало влияния на содержание в плодах голубики аскорбиновой и свободных органических кислот, тогда как в эксперименте на ЭБ оно способствовало усилению накопления последних на 26–50 % относительно контроля, наибольшему при использовании *ХелсБеррина* в сочетании с *Гуматом калия* и прогрессирувавшему с увеличением количества обработок. При этом только в опыте на ЭБ двукратные обработки бактериальными препаратами обуславливали обеднение плодов на 4–8 % аскорбиновой кислотой при отсутствии изменений в ее содержании при четырехкратном их применении. В обоих экспериментах использование микробных препаратов не оказало значимого влияния на содержание в плодах сухих веществ, тогда как использование химического фунгицида приводило к увеличению на 8 % содержания сухих веществ только в эксперименте на ЭБ. Показано, что на фоне применения фунгицида *Беллис* активизация биосинтеза титруемых кислот в условиях КФХ протекала в 2,6 раза активней, чем на ЭБ, при весьма слабом его влиянии на накопление аскорбиновой кислоты.

2. Независимо от природы испытываемых фунгицидов, в обоих полевых экспериментах выявлены однотипные тенденции в изменении содержания растворимых сахаров, состоявшие в его увеличении на 11–29 % в условиях КФХ и на 11–21 % – на ЭБ при минимальных размерах увеличения на фоне применения химического фунгицида *Беллис*. При этом наиболее значительное обогащение плодов голубики растворимыми сахарами установлено при четырехкратном использовании *ХелсБеррина* в сочетании с *Гуматом калия*. В опыте на ЭБ применение химического фунгицида не оказало значимого влияния на сахарокислотный индекс плодов, тогда как применение микробных препаратов способствовало его снижению на 8–21 % – минимальному – при двукратной обработке растений *ХелсБеррином* и максимальному – при четырехкратном его применении в сочетании с *Гуматом калия*. В полевом опыте в КФХ получен противоположный эффект – увеличение на 22–26 % сахарокислотного индекса на фоне обработок микробными препаратами и его снижение на 13 % при использовании химического фунгицида.

3. Позитивное действие испытываемых препаратов на совокупность исследуемых биохимических характеристик плодов голубики оказалось в 1,1–1,7 раза выше в условиях КФХ, нежели на ЭБ, причем в обоих экспериментах наименее успешным было применение химического фунгицида *Беллис*. Обработки растений *ХелсБеррином* в сочетании с *Гуматом калия* по эффективности превосходили таковые одним *ХелсБеррином* в 1,1–1,5 раза в эксперименте на ЭБ и в 1,1 раза – в КФХ. При этом увеличение количества обработок способствовало повышению результативности применения обоих видов микробных препаратов в первом эксперименте в 1,2–1,6 раза, во втором – в 1,1 раза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги : ГОСТ 28561-90. – Введ. 01.07.91. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 10 с.
2. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Агрпромиздат. Л. отд-ние, 1987. – 430 с.

3. Большой практикум «Биохимия». Лабораторные работы : учеб. пособие / Перм. гос. нац. исслед. ун-т ; сост.: М. Г. Кусакина, В. И. Суворов, Л. А. Чудинова. – Пермь : Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2012. – 148 с.

INFLUENCE OF FUNGICIDES OF DIFFERENT CHEMICAL NATURE ON THE BIOCHEMICAL STRUCTURE OF FRUIT *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. IN THE CONDITIONS OF BELARUS

ZH. A. RUPASOVA, N. B. KRINITSKAYA, D. O. SULIM, K. A. DOBRYANSKAYA, N. B. PAVLOVSKY, L. V. GONCHAROVA, E. I. KOLOMIETS, Z. M. ALESHCHENKOVA, M. N. MANDRIK-LITVINKOVICH

Summary

The article presents the results of the studies of the effect of fungicides – the Bellis chemical and the HealthBerrin bacterial and the HealthBerrin in combination with Potassium Humate fertilizer during two- and four-fold treatments of highbush blueberry plants on the dry matter content, ascorbic and free organic acids, soluble sugars and the indicator of sugar-acid index in fruits within the framework of two field experiments with an identical 6-variant scheme, but at various levels of soil fertility: at a lower level – at the experimental facilities (EF) of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus; at a higher level – at the peasant (farm) household “Yagodnoe lukoshko” (PFH) located 10 km to the north.

The positive effect of the tested fungicides on the set of the biochemical characteristics of blueberry fruits under study turned out to be 1.1–1.7 times higher under the conditions of PFH than at EF, and in both experiments the appliance of the Bellis chemical fungicide was the least successful. Plant treatments with the HealthBerrin in combination with Potassium Humate were 1.1–1.5 times more effective than those treated with the HealthBerrin alone in the experiment at EF and 1.1 times at PFH. At the same time, an increase in the number of treatments contributed to an increase in the effectiveness of the use of both types of micropreparations in the first experiment by 1.2–1.6 times, in the second – by 1.1 times.

Keywords: microbial and chemical fungicides, highbush blueberry, fruits, biochemical structure, organic acids, soluble sugars.

Поступила в редакцию 08.02.2023

АПРОБАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ РАЙОНИРОВАННОГО В БЕЛАРУСИ СОРИМЕНТА ГОЛУБИКИ

Н. Б. ПАВЛОВСКИЙ, О. В. ДРОЗД

ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220012, Беларусь,
e-mail: pavlovskiyn62@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь включено 17 сортов голубики высокорослой – Bluecrop, Bluegold, Bluejay, Bluetta, Collins, Denise Blue, Duke, Earliblue, Elizabeth, Elliott, Hardyblue, Jersey, Northland, Patriot, Spartan, Sunrise, Weymouth; 2 сорта голубики полувисокорослой – Northblue, Northcountry; 3 сорта голубики низкорослой (узколистной) – Мотега, Половчанка, Янка. На основании результатов исследований морфологических особенностей листа, почки, стебля, плода голубики выявлены и описаны сорто-специфичные признаки, позволяющие идентифицировать сорта этой культуры.

Ключевые слова: *Vaccinium corymbosum*, голубика высокорослая, голубика полувисокорослая, голубика низкорослая, морфология, сортовые особенности, лист, стебель, почка, плод, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Голубика высокорослая (*Vaccinium* × *covellianum* = *V. corymbosum*) интродуцирована в Беларусь из Североамериканского континента. Данная ягодная культура создана методом гибридизации нескольких североамериканских видов голубики (*V. corymbosum*, *V. angustifolium*, *V. darrowii*, *V. virgatum* и др.) [1, 2]. В настоящее время насчитывается более 400 сортов этой культуры, которые, в зависимости от высоты растения, морозостойкости, потребности в холодной обработке и функционального назначения, классифицированы на следующие группы:

- 1) прутьевидная голубика (rabbiteye blueberry);
- 2) южная высокорослая голубика (southern highbush blueberry);
- 3) северная высокорослая голубика (northern highbush blueberry);
- 4) полувисокорослая голубика (half-highbush blueberry);
- 5) низкорослая голубика (lowbush blueberry);
- 6) декоративная голубика (ornamental blueberry) [3, 4].

Интродукционные испытания и практический опыт культивирования разных сортов голубики в Беларуси показали, что для природно-климатических условий республики представляют интерес сорта трех групп: северной высокорослой, полувисокорослой и низкорослой голубики [5].

Одним из важных критериев оценки успешности адаптации интродуцированных растений в новом районе является сохранение присущих им морфологических признаков. Кроме того, детальное морфологическое описание завезенных растений необходимо для выявления таксономических особенностей с целью их идентификации и использования в селекции.

Цель исследования – выявить и описать основные апробационные признаки сортов голубики высокорослой, полувисокорослой и низкорослой, районированных в Беларуси.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполняли в течение 2020–2022 гг. в коллекционных насаждениях отраслевой лаборатории интродукции и технологии нетрадиционных ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси, расположенной в Ганцевичском районе Брестской области (N 52°74', E 26°38').

Объектами исследований являлись сорта голубики, включенные в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений: высокорослая – Bluecrop, Bluegold, Bluejay, Bluetta,

Collins, Denise Blue, Duke, Earliblue, Elizabeth, Elliott, Hardyblue, Jersey, Northland, Patriot, Spartan, Sunrise, Weymouth; полувысокорослая – Northblue, Northcountry и низкорослая – Мотего, Половчанка, Янка (табл. 1) [6, 7].

Таблица 1. Перечень сортов голубики, включенных в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь

Сорт	Страна-оригинатор	Срок созревания	№ государственной регистрации	Год районирования	Область допуска
Голубика высокорослая					
Bluecrop	США	Средний	2005042	2005	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Bluegold	США	Средний	2022307	2023	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Bluejay	США	Ранний	2017289	2018	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Bluetta	США	Ранний	2009375	2010	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Collins	США	Ранний	2013247	2014	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Denise Blue	Австралия	Средний	2013245	2014	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Duke	США	Ранний	2007110	2008	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Earliblue	США	Ранний	2005543	2005	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Elizabeth	США	Поздний	2005545	2005	Бр, Гм, Гр, Мн
Elliott	США	Поздний	2017263	2018	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн
Hardyblue	США	Средний	2013246	2014	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Jersey	США	Поздний	2008405	2009	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Northland	США	Ранний	2000133	2005	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Patriot	США	Ранний	2007109	2008	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Spartan	США	Ранний	2016346	2017	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Sunrise	США	Средний	2022306	2023	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Weymouth	США	Ранний	2012232	2013	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Голубика полувысокорослая					
Northblue	США	Ранний	2011316	2012	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Northcountry	США	Ранний	2013244	2014	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Голубика низкорослая (узколистная)					
Мотего	Беларусь	Ранний	2012312	2013	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Половчанка	Беларусь	Ранний	2012314	2013	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг
Янка	Беларусь	Ранний	2012313	2013	Бр, Вт, Гм, Гр, Мн, Мг

Насаждения голубики высокорослой и полувысокорослой созданы в 1998 и 2008 гг., голубики узколистной (низкорослой) – в 2019 г. двухлетними корнесобственными саженцами. Схема посадки растений – 2,0 × 1,5 м. Почва на участке минеральная с рН_(Н₂О) 4,5, подстилаемая рыхлым, разнородным песком. Приствольная полоса насаждений замульчирована древесными опилками слоем 10 см и шириной 1 м, в междурядьях – естественное задернение. Насаждения оборудованы системой орошения, которую использовали в бездождевые периоды. Ежегодно проводили санитарную и формирующую обрезку растений, при которой удаляли отмершие, поврежденные и неудачно расположенные побеги.

Исследования выполняли согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [8]. Структуру жизненной формы растений голубики описывали с учетом методических указаний И. Г. Серебрякова [9]. Классификацию побегов голубики и описание сортовых особенностей архитектоники кроны выполняли на основе терминологии, разработанной М. Т. Мазуренко [10] для древесных кустарников. Окраску стеблей однолетних побегов растения определяли по шкале цветов А. А. Ильинского [11] в период покоя.

Морфологическое исследование почек осуществляли согласно «Атласу по описательной морфологии высших растений» [12]. Почки исследовали в период покоя (февраль) на однолетних побегах. Морфометрические показатели генеративных и вегетативных почек измеряли электронным штангенциркулем с цифровой индикацией у 10 почек каждого сорта. Ширину почек выявляли в наиболее широкой их части. Для определения формы генеративных почек использовали соотношение их длины к диаметру.

Для определения морфометрических параметров листовых пластинок (длина, ширина, площадь) отбирали по 100 листьев после завершения прироста стебля в длину и полного формирования листовых пластинок (июнь). Отбор листьев проводили одновременно у всех оцениваемых сортов на нескольких растениях каждого сорта. На масштабно-координатной чертежной бумаге фиксировали контуры всех имеющихся на стебле листьев. Биометрические показатели листовых пластинок находили путем подсчета числа занимаемых клеток.

Индекс листа вычисляли как отношение его длины к ширине по формуле [13]:

$$i = A / B, \quad (1)$$

где i – индекс листа; A – длина листа; B – ширина листа.

Коэффициент формы листа вычисляли по формуле [14]:

$$K = S / (a \times b), \quad (2)$$

где K – коэффициент формы листа; S – площадь листовой пластинки; a и b – ее длина и ширина.

Определение формы листовой пластинки осуществляли по индексу листа [15]. Описание морфологических особенностей листьев проводили на основе методических указаний Н. С. Самигуллиной [11].

Морфологическую характеристику плодов и соплодий проводили с учетом методических указаний З. Т. Артюшенко, Ал. А. Федорова [16]. Линейные параметры ягод измеряли электронным штангенциркулем у 20 плодов каждого сорта. Массу ягоды определяли путем взвешивания 100 плодов на электронных весах в 3-кратной повторности при каждом сборе урожая. Морфометрические параметры соплодий выявляли у 20 плодовых кистей каждого сорта.

Морфологические показатели плодов голубики низкорослой приведены по данным О. В. Морозова, А. П. Яковлева [17].

Статистическую обработку данных выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95%-ном уровне значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Биоморфа. Голубика высокорослая и полувисокорослая является древесным листопадным растением, относящимся к классу прямостоячих кустарников. Надземная часть генеративных растений голубики представлена совокупностью разновозрастных ветвей и в зависимости от сорта генеративное растение достигает в условиях Беларуси высоты от 1,3 до 2,1 м [18]. Генеративные растения голубики низкорослой имеют высоту 0,2–0,4 м [19].

Саженьцы голубики получают вегетативным способом размножения из одревесневших и зеленых черенков, а также клональным микроразмножением. При этом однолетние саженцы голубики должны иметь как минимум 1 побег длиной 10 см и более, двухлетние – 2 побега высотой не менее 25 см, а трехлетние – 3 побега длиной 35 см и более [20].

Стебель побега голубики представляет собой надземную восходящую ось, несущую почки и/или листья. Побеги голубики в зависимости от функционального назначения разделяются на побеги формирования и ветвления. Побеги формирования растут из спящих почек базальной части основания растения. В первый год их образования, кроме скелетной функции, они выполняют и ассимиляционную роль. Побеги ветвления (плодоносящие) многочисленные, растут почти под прямым углом на побегах ветвления и реже формирования. Побеги ветвления, растущие у верхушки побегов формирования под острым углом и продолжающие направление их роста после отмирания терминальной почки на материнском побеге, называют побегами замещения. Как правило, надземная часть саженца голубики представлена побегами замещения, реже формирования и ветвления. Сорта голубики различаются по окраске стебля (табл. 2).

В период активной вегетации стебли голубики имеют зеленую окраску. В период покоя кора стебля у большинства сортов голубики с солнечной (внешней) стороны окрашивается в красный цвет с примесью розоватого, лилового либо коричневатого оттенка. У сортов Bluejay, Northland

Таблица 2. Основные апробационные признаки сортов голубики высокорослой, полувысокорослой и низкорослой, районированных в Беларуси

№ п/п	Признак	Степень выраженности	Bluesport	Bluegold	Bluejay	Bluetta	Collins	Denise Blue	Duke	Earlblue	Elizabeth	Elliott	Hardyblue	Jersey	Northblue	Northcountry	Northland	Patriot	Spartan	Sunrise	Weymouth	Motero	Половчанка	Янка		
1	Растение: высота	высокорослый, более 1,5 м	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
		среднерослый, 0,6–1,4 м																								
		низкорослый, менее 0,5 м																								
2	Растение: форма кроны	овальная				×																				
		шаровидная																								
		обратнойцевидная	×	×	×																					
3	Растение: структура кроны	широкообратнойцевидная					×																			
		подушковидная																								
		раскидистая	×	×	×																					
4	Растение: плотность кроны	слабораскидистая	×	×	×																					
		компактная																								
		густая																								
5	Однолетний побег: наличие опушения	слаборыхлая	×	×	×																					
		среднерыхлая																								
		ажурная																								
6	Однолетний побег: окраска стебля в период покоя: основной цвет	опушен																								
		неопушен	×	×	×																					
		красный	×	×	×																					
7	Однолетний побег: окраска стебля в период покоя: интенсивность окраски	коричневый																								
		зеленый			×																					
		желтый																								
	Однолетний побег: окраска стебля в период покоя: интенсивность окраски	интенсивно-красная																								
		красная																								
		светло-красная	×	×	×																					
	Однолетний побег: окраска стебля в период покоя: интенсивность окраски	светло-коричневая																								
		светло-зеленая																								

Окончание табл. 2

№ п/п	Признак	Степень выраженности	Степень выраженности																										
			Bluescor	Bluegold	Bluejay	Bluetta	Collins	Denise Blue	Duke	Earlibue	Elizabeth	Elliott	Hardyblue	Jersey	Northbue	Northcountry	Northland	Patriot	Spartan	Sunrise	Weymouth	Motero	Поговчанка	Янка					
18	Почка цветковая: размер	мелкая																											
		средняя	x																										
		крупная		x																									
19	Почка цветковая: форма	овальная																											
		продолговатая																											
		яйцевидная																											
20	Плод: размер	мелкий																											
		средний																											
		крупный																											
21	Плод: восковой налет	интенсивный																											
		средний																											
		слабый																											
22	Плод: форма	округлая																											
		приплюснутая																											
		короткая																											
23	Плод: длина плодоножки	средняя																											
		длинная																											
		мягкая																											
24	Плод: плотность	средняя																											
		плотная																											
		рыхлое																											
25	Соплодие: плотность	среднеплотное																											
		плотное																											
		очень раннее																											
26	Время начала созревания ягод	раннее																											
		среднее																											
		позднее																											
		очень позднее																											

и Половчанка в окраске стебля преобладает зеленый цвет с желтоватым оттенком, у сорта Bluegold – коричневый с оранжеватым оттенком, у сорта Jersey цвет стебля приобретает зелено-желтоватый оттенок. Различия в интенсивности окраски, степени яркости и оттенков цвета стеблей голубики можно использовать как апробационный признак сорта. Отличительной особенностью сорта голубики высокорослой Collins, голубики полувысокорослой Northblue и сортов голубики низкорослой Половчанка, Янка является наличие опушения на стеблях.

Почка – это прикрытый чешуями зачаточный побег, находящийся в состоянии относительно покоя, состоящий из оси, заканчивающейся точкой роста, а также зачатков листьев, пазушных почек и/или цветков. На стеблях растений голубики формируются вегетативные (ростовые) и генеративные (репродуктивные или цветковые) почки. Иногда в верхней части побегов замещения формируются генеративные почки. На верхушках побегов ветвления и верхней их части, как правило, закладываются цветковые почки.

Почки голубики зимующие, поэтому снаружи они защищены почечными покровами, образованными наружными чешуями красноватого цвета. Покровные чешуи защищают меристематические части почки от воздействия внешних факторов [12]. Цветковые и ростовые почки голубики высокорослой морфологически различаются достаточно отчетливо. Вегетативные почки имеют конусовидную форму, прижаты к стеблю, с острой, вытянутой верхушкой. Ростовые почки намного мельче, чем цветковые, и закрыты меньшим числом кроющих чешуй. Генеративные почки значительно крупнее вегетативных, имеют яйцевидную форму и заостренную верхушку.

Сорта голубики высокорослой значительно различаются по морфометрическим параметрам цветковых почек. Средняя длина генеративных почек, в зависимости от сорта, варьирует в пределах от 3,7 (Collins) до 6,5 мм (Hardyblue).

Что касается среднего диаметра генеративных почек, то минимальное и максимальное значение этого показателя характерно для других сортов голубики высокорослой: 2,0 мм – Patriot и 2,6 мм – Bluecrop, Elliott и Sunrise. Это указывает на то, что цветковые почки различаются по форме, о чем также свидетельствует коэффициент соотношения длины почки к ее диаметру. Так, продолговатые почки характерны для сортов Hardyblue (3,2) и Elizabeth (3,1). Почки яйцевидной формы свойственны сортам Bluejay (1,6), Sunrise (1,7), Bluetta, Collins, Мотега, Половчанка (1,8). Для остальных сортов голубики высокорослой характерна овальная форма генеративных почек (1,9–2,6).

У сортов голубики полувысокорослой размерные параметры цветковых почек варьируют от $4,5 \times 2,5$ (Northblue) до $3,7 \times 1,8$ мм (Northcountry).

У голубики низкорослой наиболее крупными генеративными почками характеризуется сорт Янка ($4,2 \times 2,2$ мм).

Ростовые почки голубики в 1,4–3,2 раза меньше, чем цветковые. Наиболее длинные вегетативные почки отмечены у сорта Jersey (2,8 мм), незначительно меньше – у сортов Denise Blue, Elizabeth (2,6 мм). Минимальная длина вегетативных почек характерна для сортов Bluecrop и Collins (1,8 мм). Что касается ширины ростовых почек, то данный показатель варьирует незначительно – от 1,1 (Jersey, Weymouth и Northblue) до 1,5 мм (Bluegold и Bluetta).

Коэффициенты формы вегетативных почек высокорослых и полувысокорослых сортов голубики варьируют в значительных пределах – от 1,4 (Collins) до 2,6 (Jersey).

Вегетативные почки голубики низкорослой по размерным характеристикам не уступают почкам других исследуемых групп голубики. Ростовые почки сорта Янка имеют более округлую форму по сравнению с почками сорта Половчанка и особенно сорта Мотега, о чем свидетельствует наименьший и статистически значимый показатель соотношения их длины к ширине (1,3).

Листья у голубики сверху зеленые, голые, блестящие, снизу более светлые, матовые. Среди исследуемых сортов данной культуры сорта Bluejay, Denise Blue, Northland и Jersey отличаются более светлой окраской листьев. У сортов Bluegold, Earliblue, Elliott и Patriot листья интенсивно-зеленые. Осенняя окраска листьев имеет привлекательный декоративный цвет, варьирующий, в зависимости от сорта, от желтовато-красного до ярко-красного или бордового. Поверхность

листа плоская, только у сортов Bluegold, Denise Blue, Elliott, Hardyblue, Мотего и Northcountry сложена положительно, при этом у последнего сорта лист изогнут. Край листовой пластинки у подавляющего числа сортов голубики цельный, лишь у сортов Bluegold, Northcountry, Northland, Patriot и сортов голубики низкорослой Мотего, Половчанка, Янка – остропильчатый (мелкопильчатый). Листья голубики очередные, прилегающие, прикрепляются под острым углом к стеблю короткими черешками (2–3 мм). Особенностью сортов Bluegold и Denise Blue является расположение листьев под более острым углом к оси стебля.

Сравнительный анализ морфометрических параметров листовых пластинок показывает, что листья сортов голубики высокорослой характеризуются более высокими биометрическими показателями. У низкорослых сортов параметры листьев самые низкие. Сорта полувысокорослой голубики характеризуются промежуточными значениями размерных показателей листовых пластинок, так как они являются гибридами высокорослой и низкорослой голубики [1].

В свою очередь, оцениваемые сорта голубики высокорослой существенно различаются между собой размерами листовой пластинки. Максимальное значение ширины (3,5 см) отмечено у сорта Bluejay. Наибольшая площадь листа (15,9 см²) характерна для сорта Spartan. Самая длинная листовая пластинка (6,5 см) характерна для сорта Hardyblue. Для данного сорта характерно и высокое значение индекса листа ($i = 2,5$), указывающее на ланцетную форму листовой пластинки. Самую вытянутую форму листовой пластинки имеют листья сорта Denise Blue ($i = 2,6$).

Среди полувысокорослых сортов голубики самые крупные листья характерны для сорта Northblue (5,2 см²). Сорт Northcountry выделяется наиболее длинной формой листовой пластинки ($i = 2,5$).

У низкорослых сортов голубики самые крупные листья характерны для сорта Половчанка (2,8 см²). Отличительной особенностью сорта Мотего является более вытянутая форма листовой пластинки ($i = 2,6$), при этом лист сложен положительно.

Листья оцениваемых сортов голубики незначительно отличаются по значениям коэффициента формы, свидетельствующего о том, насколько форма листовой пластинки каждого конкретного сорта близка к прямоугольной. Для сортов голубики коэффициент формы листа варьирует от 0,62 (Patriot) до 0,75 (Spartan).

Плод голубики высокорослой – шарообразная, 5-гнездная настоящая ягода с сохранившейся на верхушке чашечкой, образованной подпестичным диском и треугольными, открытыми или полусомкнутыми чашелистиками. В центре чашечки хорошо заметна точка-рубец – место отделения столбика пестика, по кругу – рубец от венчика. Цвет ягод в процессе созревания изменяется от зеленого до темно-синего, почти черного. Восковой налет придает плодам сизый или пепельно-серый цвет. Интенсивность воскового налета является сортоспецифичным признаком. Слабый налет воска характерен для плодов полувысокорослых (Northblue) и некоторых ранне-спелых высокорослых сортов голубики (Bluetta, Hardyblue, Northland, Weymouth). Как правило, восковой налет большей интенсивности имеют плоды средне- и позднеспелых сортов.

Окрашивание плодов голубики в синий цвет в процессе созревания осуществляется с определенной сортовой специфичностью. Так, у сорта Bluecrop кожа плода изменяет окраску одновременно на всей его поверхности. У сортов Denise Blue, Duke, Earliblue, Weymouth более интенсивно в синий цвет окрашивается плод со стороны чашечки, чем со стороны плодоножки, где ягода еще розовая, а у некоторых отдельных сортов (Bluetta, Collins) даже зеленоватая. При этом следует отметить, что в сезоны с высокой нагрузкой плодами данное явление выражено в большей степени, чем в сезоны с низким урожаем.

Плоды исследуемых сортов значительно различаются по биометрическим показателям.

Наиболее крупные ягоды среди высокорослых сортов голубики продуцирует сорт Bluecrop (средняя масса – 2,6 г). Самые мелкие плоды характерны для сортов Hardyblue и Jersey (1,5 г).

Среди полувысокорослых сортов голубики крупные ягоды у сорта Northblue (2,5 г), а мелкие – у Northcountry (0,9 г).

Относительно крупные плоды характерны для сорта Мотего (0,9 г), далее, по мере убывания массы плода, идут сорта Янка (0,4 г) и Половчанка (0,3 г).

Сорта голубики существенно различаются по форме плода. Как правило, для сортов, продуцирующих крупные ягоды (*Bluecrop*, *Elizabeth*, *Northblue*), характерна приплюснутая форма плода, о чем свидетельствуют относительно низкие коэффициенты соотношения длины к диаметру (0,67–0,72). Форма плода сортов, формирующих ягоды средних и мелких размеров (*Bluejay*, *Northcountry*), близка к шарообразной. Исключением среди исследуемых таксонов является крупноплодный сорт *Denise Blue*, который продуцирует в наибольшей степени шаровидные плоды, на что указывает самый высокий коэффициент соотношения длины ягоды к ее диаметру – 0,81.

Плоды сортов *Половчанка* и *Янка* характеризуются шарообразной формой, лишь ягоды сорта *Мотего* незначительно сплюснуты (0,85).

Морфометрические сортовые особенности плода голубики можно использовать как дополнительный апробационный признак.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для идентификации сорта голубики необходимо учитывать несколько отличительных морфологических признаков.

Апробационными признаками районированных в Беларуси сортов голубики являются следующие морфологические особенности:

Bluecrop – листья слабоскрученные, края листовых пластинок имеют среднюю волнистость;

Bluegold – листья интенсивно-зеленые, прижаты к стеблю, сложены положительно, стебли коричнево-оранжеватые в период покоя, ягоды плотные;

Bluejay – край листовых пластинок со средней волнистостью, стебли зеленовато-желтоватого оттенка в период покоя, генеративные почки яйцевидной формы, плоды почти шарообразные, собраны в рыхлые соплодия;

Bluetta – генеративные почки яйцевидной формы, часто плоды у основания плодоножки окрашены в розовый цвет;

Collins – край листовых пластинок со средней волнистостью, стебель опушен, генеративные почки мелких размеров, яйцевидной формы, плоды у основания плодоножки могут быть окрашены в розовый цвет;

Denise Blue – листья продолговатые, сложены положительно, прижаты к стеблю, плоды почти шарообразные, у основания плодоножки могут быть окрашены в розовый цвет;

Duke – листья крупные, кожистые, ветвление побегов умеренное, ягоды плотные;

Earliblue – листья интенсивно-зеленые, крупные, плоды у основания плодоножки могут быть окрашены в розовый цвет;

Elliott – листья интенсивно-зеленые, продолговатые, плотные, сложены положительно, стебли утолщенные, ягоды плотные;

Elizabeth – генеративные почки продолговатые, стебли жесткие, держат форму кроны, плоды приплюснутой формы;

Hardyblue – листья продолговатые, сложены положительно, генеративные почки продолговатой формы;

Jersey – листья светло-зеленые, стебли желтовато-зеленоватого цвета в период покоя, ягода плотная;

Northblue – крона шаровидная, стебель опушен, плоды мягкие со слабым восковым налетом, ягоды собраны в плотные соплодия;

Northcountry – крона подушковидная, волнистость краев листа средняя, плоды мелкие, почти шарообразные;

Northland – образует много побегов, листья светло-зеленые, стебли зеленовато-желтоватого цвета в период покоя;

Patriot – листья интенсивно-зеленые со средней волнистостью краев, ягоды мягкие, собраны в плотные соплодия;

Spartan – ветвление побегов умеренное, листья крупные, ягоды собраны в плотные соплодия;

Sunrise – крупные листья, край листовой пластинки слегка подвернут к нижней стороне, генеративные почки яйцевидной формы;

Weymouth – большое число побегов, часто плоды у основания плодоножки окрашены в розовый цвет, плоды мягкие со слабым восковым налетом;

Мотего – листья продолговатые, сложены положительно, край остропильчатый, генеративные почки яйцевидной формы, плоды средние;

Половчанка – листья крупные, стебель опушен, генеративные почки яйцевидной формы;

Янка – край листовой пластинки остропильчатый, стебель опушен.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Hancock, J. Highbush blueberry breeding / J. Hancock // *Latv. J. of Agronomy*. – 2009. – Vol. 12. – P. 35–38.
2. Розанова, М. А. Обзор литературы по родам *Vaccinium* L. (бруснике, чернике, голубике) и *Oxycoccus* (Tourn.) Hill (клюкве) / М. А. Розанова // *Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции*. Сер. 8: Плодовые и ягодные культуры. – 1934. – Вып. 2. – С. 121–186.
3. Tamada, T. Blueberries in Japan / T. Tamada // *Blueberries for Growers, Gardeners, Promoters* / ed.: N. F. Childers, P. M. Lyrene. – Florida, Gainesville, 2006. – P. 239–242.
4. Павловский, Н. Б. Систематическое положение и классификация сортов голубики секции *Cyanococcus* / Н. Б. Павловский // *Плодоводство: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]*. – Самохваловичи, 2013. – Т. 25. – С. 533–543.
5. Титок, В. Голубика высокорослая – инновационная культура премиум-класса / В. Титок, А. Веевник, Н. Павловский // *Наука и инновации*. – 2012. – № 6 (112). – С. 25–27.
6. Государственный реестр сортов / Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений ; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск : [б. и.], 2021. – 279 с.
7. О внесении дополнений и изменений в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений [Электронный ресурс] : приказ Гос. инспекции по испытанию и охране сортов растений, 30 дек. 2022 г., № 82 // Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Режим доступа: <http://sorttest.by/index.html>. – Дата доступа: 15.02.2023.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигадло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
9. Серебряков, И. Г. Экологическая морфология растений : Жизненные формы покрытосеменных и хвойных : учеб. пособие / И. Г. Серебряков. – М. : Высш. школа, 1962. – 380 с.
10. Мазуренко, М. Т. Вересковые кустарнички Дальнего Востока (структура и морфогенез) / М. Т. Мазуренко. – М. : Наука, 1982. – 184 с.
11. Самигуллина, Н. С. Практикум по селекции и сортоведению плодовых и ягодных культур / Н. С. Самигуллина. – Мичуринск : Изд-во ФГОУ ВПО «Мичур. гос. аграр. ун-т», 2006. – 198 с.
12. Федоров, Ал. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Стебель и корень / Ал. А. Федоров, М. Э. Кирпичников, З. Т. Артюшенко ; под ред. П. А. Баранова. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1962. – 352 с.
13. Ботаника: Морфология и анатомия растений : учеб. пособие / А. Е. Васильев [и др.]. – М. : Просвещение, 1988. – 479 с.
14. Бормотов, В. Е. Экспериментальная полиплоидия и гетерозис у сахарной свеклы / В. Е. Бормотов, Н. В. Турбин. – Минск : Наука и техника, 1972. – 230 с.
15. Федоров, Ал. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист / Ал. А. Федоров, М. Э. Кирпичников, З. Т. Артюшенко ; под. общ. ред. П. А. Баранова. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1956. – 313 с.
16. Артюшенко, З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод / З. Т. Артюшенко, Ал. А. Федоров. – Л. : Наука, 1986. – 392 с.
17. Морозов, О. В. Цветение и плодоношение голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) при интродукции в условиях Беларуси / О. В. Морозов, А. П. Яковлев // *Теоретические и прикладные аспекты рационального использования и воспроизводства недревесной продукции леса : материалы междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 10–12 сент. 2008 г. / Ин-т леса Нац. акад. наук Беларуси ; редкол.: А. И. Ковалевич (отв. ред.) [и др.]*. – Гомель, 2008. – С. 267–275.
18. Павловский, Н. Б. Биоморфологические особенности сортов голубики высокорослой, интродуцированных в Беларуси / Н. Б. Павловский // *Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. біял. навук*. – 2017. – № 3. – С. 18–25.
19. Гордей, Д. В. Характеристика сортов *Vaccinium angustifolium* Ait. белорусской селекции и концепция дальнейшего селекционного улучшения вида в условиях культивирования на верховых торфяниках Белорусского Поозерья // Д. В. Гордей, О. В. Морозов // *Тр. БГТУ. Сер. 1, Лес. хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов*, 2021. – № 2 (246). – С. 179–187.
20. Саженьцы голубики высокорослой и полувисокорослой. Технические условия : ТУ РБ 100233786.001-2001. – Введ. 15.06.2001. – Минск : Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2001. – 11 с.

**APPROBATION CHARACTERISTICS
OF THE BLUEBERRY ASSORTMENT RELEASED IN BELARUS**

N. B. PAVLOVSKY, O. V. DROZD

Summary

The State Register of Agricultural Plant Varieties of the Republic of Belarus includes 17 varieties of highbush blueberries – Bluecrop, Bluegold, Bluejay, Bluetta, Collins, Denise Blue, Duke, Earliblue, Elizabeth, Elliott, Hardyblue, Jersey, Northland, Patriot, Spartan, Sunrise, Weymouth; 2 varieties of half-highbush blueberry – Northblue, Northcountry; 3 varieties of lowbush blueberry (narrow-leaved) – Motego, Polovchanka, Yanka. Based on the results of studies of the morphological features of the leaf, bud, stem and fruit of the blueberry, variety-specific features have been identified and described that make it possible to identify the varieties of this crop.

Keywords: *Vaccinium corymbosum*, highbush blueberry, half-highbush blueberry, lowbush blueberry, morphology, varietal characteristics, leaf, stem, bud, fruit, Belarus.

Поступила в редакцию 16.02.2023

РИЗОГЕНЕЗ *IN VITRO* И АДАПТАЦИЯ *EX VITRO* МУЖСКИХ ФОРМ АКТИНИДИИ (*ACTINIDIA LINDL.*)

М. Д. МОРОЗОВА

РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by

АННОТАЦИЯ

Исследования проводили в отделе биотехнологии РУП «Институт плодоводства» в 2022 г. Объектами исследования были выбраны мужские формы актинидии двух видов: сорт Прывабны (*Actinidia kolomikta*) и сорт Камандор (*Actinidia arguta*). Оценивали результативность укоренения растений *in vitro*, морфометрические показатели растений после ризогенеза *in vitro* и на этапе адаптации *ex vitro*, а также результативность первого этапа адаптации (доля адаптированных растений). Проведен анализ влияния сортовых особенностей на морфометрические показатели растений. Микроразмножение на среде с 0,5 мг/л 6-БА, 15,0 г/л глюкозы и 15,0 г/л сахарозы позволило получить хорошо развитые экспланты с высокими показателями ризогенеза *in vitro* (97,3–99,1 %), готовые к высадке на этап адаптации. На этапе адаптации на субстрате торфа «Двина» с агроперлитом (3 : 1) у сорта Камандор получено в два раза больше адаптированных растений (89,30 % ± 0,63 %), чем у сорта Прывабны (42,80 % ± 1,55 %).

Ключевые слова: *Actinidia Lindl.*, актинидия, мужские формы, культура *in vitro*, питательная среда, субстрат, ризогенез *in vitro*, адаптация *ex vitro*, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время актуальным является изучение малораспространенных культур, в том числе изучение всех этапов микроразмножения *in vitro*. Большое внимание отводится редким и ценным культурам для создания коллекций культур *in vitro* с целью сохранения биоразнообразия. Ягоды актинидии (*Actinidia Lindl.*) отличаются большим содержанием биологически активных веществ и витаминов, что вызывает интерес к внедрению биотехнологических методов для размножения и сохранения данной культуры [1].

В государственный реестр сортов для приусадебного возделывания включены такие виды актинидии, как *A. kolomikta* и *A. arguta*, из них сорта-опылители актинидии – Камандор и Прывабны, включенные в реестр в 2017 г. [2].

Завершающими этапами микроразмножения растений являются укоренение и адаптация пробирочных растений к нестерильным условиям.

Актинидия относится к культурам, относительно легко укореняемым в условиях *in vitro* [3]. Ризогенез *in vitro* растений актинидии отмечается как при культивировании на средах с добавлением ауксинов, так и на средах без ауксинов. Однако укорененные *in vitro* растения на средах с добавлением ауксинов имеют лучше развитую корневую часть, что обеспечивает уменьшение сроков адаптации [4].

Адаптация является завершающим и ключевым этапом клонального микроразмножения растений *in vitro*. Только отработка эффективной технологии перевода микрорастений в нестерильные условия делает возможным промышленное микроразмножение садовых культур. Неправильный выбор условий адаптации может свести на нет усилия, затраченные на всех предшествующих этапах микроразмножения. Перенос растений в нестерильные условия *in vivo* создает стрессовую ситуацию и приводит во многих случаях к их гибели [4–7].

Соблюдение всех особенностей этапа адаптации позволяет снизить потери размноженного материала актинидии до 5 % [8].

Исследования по адаптации различных садовых культур, проведенные И. А. Труновым и Ю. В. Хорошковой [4], показали, что для адаптации до 90–98 % растений актинидии оптимально использовать укорененные *in vitro* микрорастения, имеющие от 4 листьев и с хорошо развитой

корневой системой длиной от 1,5 см. Кроме того, рекомендуется поддержание 90 % влажности в течение первых двух недель адаптации; затем постепенно, в течение 10–14 дней, снижать влажность до 50–60 % и осуществлять снятие пленки полностью через 3,5–4 недели [4]. Учитывая биологические особенности культуры, исследователи также рекомендуют использовать для адаптации растений актинидии ячейки для высадки объемом не менее 60 мл [8].

В. А. Высоцкий, Л. В. Бартенева изучали особенности микроразмножения актинидии на примере *A. kolomikta* и *A. arguta*. Исследователи отмечали, что укорененные пробирочные растения актинидии легко переносят пересадку в нестерильные условия. Для пересадки В. А. Высоцкий и Л. В. Бартенева применяли индивидуальные пластиковые контейнеры, наполненные промытым речным песком, смесью торфа и песка, торфа и перлита в объемном отношении 2 : 1 [9].

В технологии адаптации актинидии острой (*A. arguta*) [10] для получения 100 % приживаемости рекомендовано использование в качестве субстрата смеси верхового нейтрального торфа с агроперлитом в соотношении 3 : 1, а также высадка растений в мини-парники. Рекомендуемыми сроками первого этапа адаптации являются следующие: 3 недели в контейнерах, закрытых скотчем, 2 недели физиологической преадаптации (после снятия скотча), 1 неделя физиологической адаптации (открытие крышки начиная с 10–15 мин в день с увеличением экспозиции, пониженная влажность), 2 недели доращивания без крышки. Во время доращивания в открытых контейнерах идет первая подкормка по корню азотосодержащей. Далее растения высаживаются на второй этап адаптации – в горшки. На втором этапе адаптации рекомендуется использовать смесь торфа с перлитом в пропорции 4 : 1, а также проводить подкормку по листу [10].

Изучение особенностей ризогенеза и адаптации к условиям *ex vitro* растений актинидии разных видов и сортов позволит получить хороший выход адаптированных растений после культивирования *in vitro*. В связи с вышеизложенным, целью нашего исследования было изучение особенностей ризогенеза *in vitro* и адаптации *ex vitro* мужских форм актинидии (сорта Камандор и Прывабны).

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в отделе биотехнологии РУП «Институт плодоводства».

Объекты исследования: мужские формы актинидии сортов Камандор (*A. arguta*) и Прывабны (*A. kolomikta*), произрастающие в отделе ягодных культур РУП «Институт плодоводства».

Камандор (*A. arguta*). Сорт средней зимостойкости, устойчив к заболеваниям и прочим вредителям. Лиана до 20 м в высоту. Окраска коры светло-серая. Листья широкоовальной или яйцевидной формы с заостренной верхушкой. Пластинка листа плотная, блестящая, темно-зеленая сверху и светло-зеленая с нижней стороны на тонких черешках длиной около 7 см. Цветки чашевидной формы с 5 лепестками диаметром 2–3 см [11].

Прывабны (*A. kolomikta*). Сорт устойчив к грибным болезням и вредителям. Лиана высотой до 8 м. Окраска коры красно-коричневая с шелушением. Листья цельные, яйцевидные. Листовая пластинка сверху темно-зеленая с редким опушением по жилкам, снизу – грязно-зеленая. Характерна пестролистность (приобретение малиновой окраски листьями перед цветением). Цветки блюдцевидные с 5 лепестками диаметром до 2 см [11].

Экспланты культивировали на модифицированной питательной среде по прописи Мурасиге и Скуга (MS) [12], с добавлением 0,5 мг/л 6-бензиладенина (6-БА), 0,5 мг/л тиамина гидрохлорида (В₁), 0,5 мг/л пиридоксина гидрохлорида (В₆), 0,5 мг/л никотиновой кислоты (РР), 1,0 мг/л аскорбиновой кислоты (С), 15,0 г/л глюкозы, 15,0 г/л сахарозы, 3,8 г/л агара (рН 5,6–5,7).

Культивирование *in vitro* осуществлялось при освещении 2,5–3,0 тыс. лк, температура – +21...+23 °С, фотопериод – 16/8 ч. Длительность субкультивирования – 9 недель.

Адаптация растений проводилась в климатической комнате. Для первого этапа адаптации *ex vitro* растений-регенерантов использовали мини-теплицы 450 × 200 × 70 мм (расстояние между рядами – 20 мм), в качестве субстрата использовали смесь торфа «Двина» с агроперлитом в соотношении 3 : 1. Длительность первого этапа адаптации – 55 дней.

На втором этапе адаптации растения пересаживали в горшки объемом 50 мл в субстрат торф «Двина» с агроперлитом (3 : 1) и с добавлением удобрения «Осмокот».

Условия адаптации *ex vitro*: освещение 2,5–3,0 тыс. лк, температура – +21...+22 °С, фотопериод – 16/8 ч.

Оценка адаптации *ex vitro* проводилась по следующим показателям: доля адаптированных растений, %; количество побегов, шт.; длина побега, см; количество корней, шт.; длина корней, см; количество междоузлий, шт.

Статистическую обработку данных осуществляли в программе STATISTICA 6.0, используя ANOVA, однофакторный дисперсионный анализ. Построение графиков проводили в программе Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате культивирования *in vitro* было отмечено спонтанное укоренение растений-регенерантов на среде для размножения (среда без ауксинов). Это свидетельствует о высокой ризогенной способности эксплантов. Спонтанное укоренение в процессе культивирования отмечалось у побегов актинидии и другими авторами [9].

На данной среде были получены растения с хорошо развитой корневой системой. Ризогенез *in vitro* отмечен у 99,10 % ± 0,88 % растений сорта Прывабны и 97,30 % ± 1,34 % растений сорта Камандор (рис. 1).

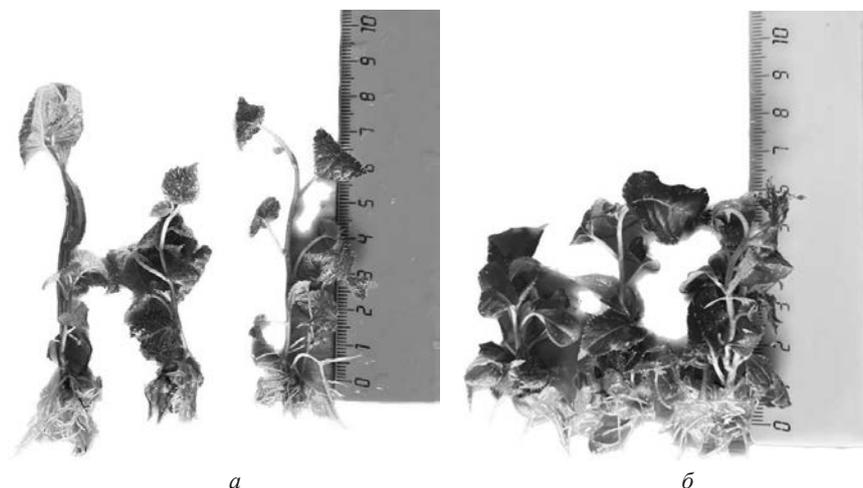


Рис. 1. Ризогенез в культуре *in vitro* на среде с 0,5 мг/л 6-БА, 15,0 г/л глюкозы и 15,0 г/л сахарозы: а – Прывабны (*A. kolomikta*); б – Камандор (*A. arguta*)

Было обнаружено влияние генотипа на параметры микроразмножаемых побегов актинидии на данном этапе. У сорта Прывабны отмечались высокие показатели по количеству корней (8,80 шт. ± 3,61 шт.), а также по длине побега и количеству междоузлий (4,26 см ± 0,99 см и 6,24 шт. ± 1,20 шт. соответственно). Растения сорта Камандор, в свою очередь, отличались большим количеством побегов (2,27 шт. ± 0,69 шт.), а также более высокими показателями длины корней (2,17 см ± 0,61 см). Таким образом, растения сорта Прывабны в культуре *in vitro* образовали меньше побегов и больше нарастали в длину, в то время как у растений сорта Камандор наблюдалась противоположная тенденция (рис. 2).

Проведенный однофакторный дисперсионный анализ показал значимое влияние сортовых особенностей на длину побегов растений ($p < 0,001$), а также на количество междоузлий, побегов и корней ($p < 0,05$). При этом по показателю длины корней статистически значимой разницы между сортами не отмечено ($p > 0,05$).

Для дальнейшей адаптации пробирочных растений к нестерильным условиям корни промывали в слабом растворе марганцовокислого калия для удаления остатков среды. Пересадка в мини-теплицы на первый этап адаптации обеспечивала поддержание 100%-ной влажности.

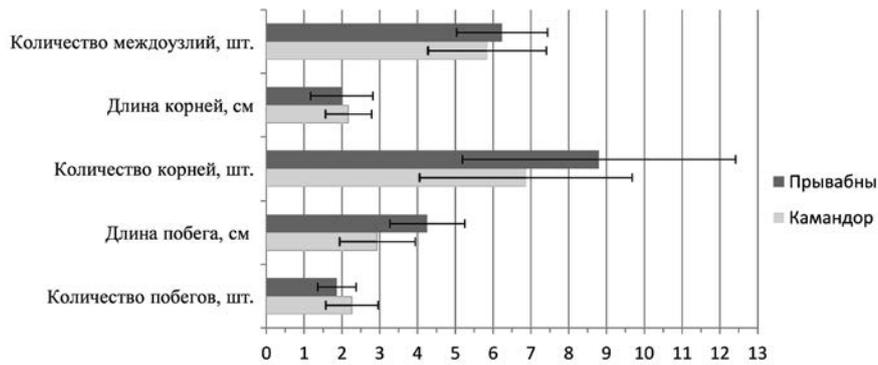


Рис. 2. Морфологические показатели укорененных *in vitro* растений-регенерантов мужских форм актинидии (среднее арифметическое ± стандартное отклонение)

По результатам первого этапа адаптации *ex vitro* наибольшая доля адаптированных растений была отмечена у сорта Камандор – 89,30 % ± 0,63 %, у сорта Прывабны данный показатель оказался в два раза меньше – 42,80 % ± 1,55 %. По морфометрическим показателям у сорта Прывабны отмечены более высокие значения длины стебля и количества междоузлий. У сорта Камандор отмечено высокое значение длины корней (см. таблицу).

Морфологические показатели развития растений-регенерантов сортов актинидии на первом этапе адаптации *ex vitro* – на субстрате торф + агроперлит (3 : 1)

Показатель		Сорт	
		Прывабны	Камандор
Доля адаптированных растений, %		42,8 ± 1,55	89,3 ± 0,63
Средняя длина стебля, см	при посадке	4,51 ± 1,06	3,29 ± 0,74
	через 55 дней	9,93 ± 2,84	6,78 ± 1,09
Средняя длина корней, см	при посадке	1,81 ± 0,39	2,39 ± 0,61
	через 55 дней	6,22 ± 2,33	7,00 ± 1,13
Количество междоузлий, шт.	при посадке	6,35 ± 1,36	5,93 ± 1,40
	через 55 дней	14,67 ± 2,14	12,38 ± 2,31

Результаты однофакторного дисперсионного анализа были сходными с данными, полученными перед высадкой на адаптацию: сортовые особенности оказывали достоверное влияние на длину побега и количество междоузлий у растений ($p < 0,05$) и не оказывали влияние на длину корней ($p > 0,05$).

После адаптации в течение 55 дней увеличились морфологические показатели адаптированных растений. Средняя длина стебля у прижившихся растений увеличилась на (5,42 ± 2,26) см



Рис. 3. Растения актинидии сорта Прывабны на первом этапе адаптации

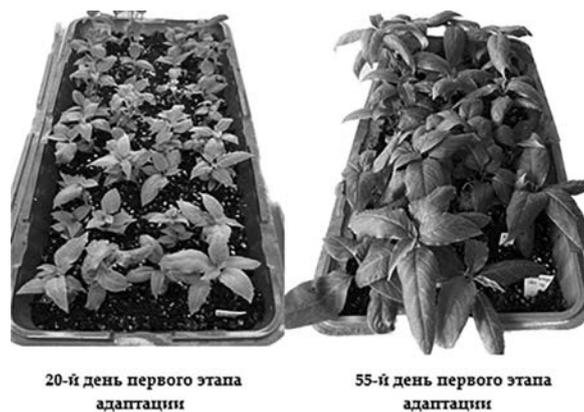


Рис. 4. Растения актинидии сорта Камандор на первом этапе адаптации

у сорта Прывабны и на $(3,49 \pm 0,91)$ см у сорта Камандор, с увеличением длины стебля увеличилось количество междоузлий на $(8,32 \pm 1,90)$ и $(6,45 \pm 2,46)$ шт. соответственно. Среднее значение длины корней возросло на $(4,41 \pm 2,28)$ см у сорта Прывабны и $(4,61 \pm 1,20)$ см у сорта Камандор (рис. 3, 4).

При следующей пересадке к субстрату торф «Двина» + агроперлит (3 : 1) добавляли удобрение «Осмокот». Продолжение роста высаженных растений, а также рост новых побегов позволили завершить адаптацию на втором этапе (рис. 5).



Рис. 5. Растения актинидии на втором этапе адаптации: а – Прывабны (*A. kolomikta*); б – Камандор (*A. arguta*)

ВЫВОДЫ

При культивировании *in vitro* на среде MS с добавлением 0,5 мг/л 6-БА, глюкозы и сахарозы в соотношении 1 : 1 получены высокие показатели укореняемости растений мужских форм актинидии, доля которых составила $(99,10 \pm 0,88)$ % для сорта Прывабны и $(97,30 \pm 1,34)$ % для сорта Камандор.

Было обнаружено влияние генотипа на параметры микроразмножаемых побегов актинидии на данном этапе. Растения сорта Прывабны в культуре *in vitro* образовали меньше побегов и больше нарастали в длину, в то время как у растений сорта Камандор наблюдалась противоположная тенденция. Проведенный однофакторный дисперсионный анализ показал значимое влияние сортовых особенностей на длину побегов растений, а также на количество междоузлий, побегов и корней на этапе ризогенеза.

На первом этапе адаптации при использовании субстрата торф «Двина» с агроперлитом (3 : 1) было получено $(89,30 \pm 0,63)$ и $(42,80 \pm 1,55)$ % прижившихся растений сортов Камандор и Прывабны соответственно. У адаптированных растений отмечены хорошие показатели роста надземной и корневой частей. За период первого этапа адаптации более чем в три раза увеличилась длина корней сорта Прывабны (с $(1,81 \pm 0,39)$ до $(6,22 \pm 2,33)$ см) и почти в три раз у сорта Камандор

(с $2,39 \pm 0,61$) до $(7,00 \pm 1,13)$ см); более чем в два раза возрастала длина стебля у обоих сортов. На этапе адаптации сортовые особенности также оказывали достоверное влияние на длину побега и количество междоузлий у растений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Малаева, Е. В. Сохранение редких и ценных видов растений методами биотехнологии / Е. В. Малаева // Грани познания. – 2021. – № 6 (77). – С. 58–61.
2. Сорта плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда, включенные в государственный реестр сортов и находящиеся на испытании в Государственной инспекции по испытанию и охране сортов растений / РУП «Ин-т плодоводства»; отв. за вып. В. В. Васеха. – Самохваловичи: [б. и.], 2020. – 30 с.
3. Матушкина, О. В. Особенности клонального микроразмножения ягодных культур / О. В. Матушкина, И. Н. Пронина // Пути интенсификации садоводства и селекция плодовых и ягодных культур: сб. ст. / Орл. зон. плодово-ягод. опыт. ст.; редкол.: Ю. В. Осипов (отв. ред.) [и др.]. – Тула, 1989. – С. 167–170.
4. Трунов, И. А. Оптимизация условий роста микрорастений садовых культур на этапе адаптации / И. А. Трунов, Ю. В. Хорошкова // Вестн. Мичур. гос. аграр. ун-та. – 2020. – № 1 (60). – С. 90–97.
5. Чевердин, А. Ю. Влияние микробных препаратов на урожайность ярового ячменя в условиях Центрального Черноземья / А. Ю. Чевердин // Вестн. Мичур. гос. аграр. ун-та. – 2019. – № 3 (58). – С. 81–84.
6. Батукаев, А. А. Адаптация растений винограда размноженных *in vitro* / А. А. Батукаев, М. С. Батукаев, Т. А. Дадаева // Физиология растений – фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий: материалы докл. VII Съезда О-ва физиологов растений России и докл. на Междунар. науч. шк. «Инновации в биологии для развития биоиндустрии с-х. продукции», Н. Новгород, 4–10 июля 2011 г.: в 2 ч. / Рос. акад. наук [и др.]; редкол.: В. В. Кузнецов, А. П. Веселов, Г. А. Романов. – Н. Новгород, 2011. – Ч. 1. – С. 80–81.
7. Preece, J. E. The most tricky part of micropropagation: establishing plants in greenhouses and fields / J. E. Preece // Combined Proc., Intern. Plant Propagators' Soc. – 2002. – Vol. 51. – P. 300–303.
8. Особенности применения технологии клонального микроразмножения при производстве посадочного материала разных видов ягодных и декоративных культур / С. А. Муратова [и др.] // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: сб. материалов III Междунар. науч. конф., Ялта, 24–28 сент. 2018 г. / Науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва Крыма; редкол.: В. С. Паштецкий (науч. ред.) [и др.]. – Ялта, 2018. – С. 71–72.
9. Высоцкий, В. А. Особенности клонального микроразмножения актинидии / В. А. Высоцкий, Л. В. Бартенева // Биология культивируемых клеток и биотехнология растений: сб. ст. / Акад. наук СССР, Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева; отв. ред. Р. Г. Бутенко. – М., 1991. – С. 213–216.
10. Технология адаптации актинидии острой (*Actinidia arguta* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq.) «Великанша» к постасептическим условиям / В. А. Чохели [и др.] // Музей-заповедник: экология и культура: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., ст-ца Вёшенская, 12–13 окт. 2022 г. / М-во культуры Рос. Федерации, Гос. музей-заповедник М. А. Шолохова. – Вёшенская, 2022. – С. 85–89.
11. Генофонд плодовых и ягодных растений Беларуси: атлас сортов плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда / З. А. Козловская [и др.]; под общ. ред. З. А. Козловской, А. А. Таранова. – Минск: Беларус. навука, 2020. – 542 с.
12. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // Physiologia Plantarum. – 1962. – Vol. 15. – P. 473–497.

IN VITRO RHISOGENESIS AND EX VITRO ADAPTATION OF MALE FORMS OF ACTINIDIA (ACTINIDIA LINDL.)

M. D. MOROZOVA

Summary

The study was carried out in the Biotechnology Department of the RUE “Institute of Fruit Growing” in 2022. Male forms of *Actinidia* of the Pryvabny variety (*Actinidia kolomikta*) and the Kamandor variety (*A. arguta*) have been chosen as the objects of the research. The effectiveness of *in vitro* rooting, the morphometric parameters of plants after *in vitro* rhisogenesis and at the *ex vitro* adaptation stage, as well as the effectiveness of the first stage of adaptation (the percentage of adapted plants) were evaluated. The analysis of the influence of varietal characteristics on the morphometric parameters of plants was carried out. Micropropagation on medium with 0.5 mg/l 6-BA, 15.0 g/l glucose, and 15.0 g/l sucrose made it possible to obtain well-developed explants with high rates of *in vitro* rhisogenesis (97.3–99.1 %), ready to planting at the stage of adaptation. The Kamandor variety received twice as many adapted plants (89.30 % \pm 0.63 %) than the Pryvabny variety (42.80 % \pm 1.55 %) at the stage of adaptation on the Dvina peat substrate with agropelrite (3 : 1).

Keywords: *Actinidia* Lindl., actinidia, male forms, *in vitro* culture, growth medium, substrate, *in vitro* rhisogenesis, *ex vitro* adaptation, Belarus.

Поступила в редакцию 17.03.2023

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЫЛЬЦЫ ГЕНОТИПОВ ФУНДУКА В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Н. В. ЛУГОВЦОВА, Н. В. КУХАРЧИК, М. Н. БОРИСЕНКО,
В. В. ВАСЕХА, К. А. ЧЕРНООКАЯ

РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: choma8787@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Для селекции, создания новых сортов и получения качественного урожая в промышленных садах важным аспектом является качество пыльцы выбранных генотипов. В данной статье представлены результаты лабораторных исследований качества пыльцы за 2020 и 2022 г. Фертильность определяли методом окрашивания индигокармином, жизнеспособность – методом проращивания на подвешенных каплях сахарозы, прорастание на пестиках, опыленных в лабораторных условиях, – методом флуоресцентной микроскопии. Для исследования были отобраны генотипы разного генетического происхождения: западноевропейские и российские сорта, белорусские сорта и гибриды, созданные в РУП «Институт плодоводства». Также представлен сравнительный анализ двух методов: проращивание пыльцы на сахарозе в чашках Петри и на пестиках.

Ключевые слова: *Corylus avellana*, фундук, сорт, гибрид, жизнеспособность, пыльца, пестик, световая микроскопия, флуоресцентная микроскопия, искусственное опыление, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Лещина обыкновенная (*Corylus avellana*) и ее культурные сорта – фундук – ветроопыляемое однодомное растение с раздельнополыми цветками. Представителям рода *Corylus* свойственна диогогамия – неодновременное цветение мужских и женских соцветий [1, 2].

Качество пыльцы, жизнеспособность женской генеративной сферы и генетическая совместимость компонентов скрещивания определяют нормальное протекание процесса оплодотворения перекрестно опыляемых культур, в том числе фундука. Для фундука дополнительным фактором при подборе опылителей является подбор сортов, у которых одновременно цветут мужские и женские соцветия.

В селекционной работе при выполнении скрещиваний для получения гибридного потомства, в промышленных насаждениях – для получения товарного урожая, важное значение имеет качество пыльцы. Погодные условия в период формирования генеративных органов и во время цветения также могут влиять на жизнеспособность пыльцы одного и того же сорта. Поэтому качество пыльцы отличается по годам.

В русской научной литературе, говоря об анализе пыльцы, обычно используют термины «фертильные пыльцевые зерна» и «стерильные пыльцевые зерна» (Barykina et al., 2004), однако оценивают не их оплодотворяющую способность, а скорее потенциальную возможность опыления ими. В англоязычной литературе, наряду с термином *fertility*, используют термин *viability* (Atlagićet et al., 2012) или делят пыльцевые зерна на *nonaborted pollen grain* и *aborted pollen grain* (Peterson, Slovin, 2010). Нами используется терминология, принятая для плодовых культур в РУП «Институт плодоводства» [3]. Основными способами определения качества пыльцы являются оценка фертильности методом окрашивания кармином и определение жизнеспособности при проращивании на искусственной среде (в растворе сахарозы).

Метод окрашивания карминами (ацетокармин, индигокармин) (Navashin, 1936; Barykina et al., 2004) позволяет оценить форму, размер, состояние цитоплазмы пыльцевого зерна.

Оценить именно фертильность пыльцевых зерен, т. е. способность опылять, можно методом фиксации рылец, опыленных исследуемой пыльцой (Barykina et al., 2004; Voronova et al., 2011), с дальнейшим изучением методом люминесцентной микроскопии, который позволяет определить

количество прорастающих на пестике пыльцевых зерен. Количество прорастающих в первые дни после опыления пыльцевых зерен достоверно свидетельствует о качестве пыльцы, однако этот метод сложный. Также данный метод позволяет оценить совместимость вариантов скрещивания, наблюдая за дальнейшим ростом пыльцевых трубок в тканях пестика, определить совместимость родительских форм и изучить генетическую несовместимость сортов [4].

Цель исследований – сравнительная оценка качества пыльцы сортов фундука различного географического происхождения (российской, западноевропейской и белорусской селекции).

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований выбраны 10 генотипов, которые представлены тремя группами сортов и гибридов различного происхождения.

1. *Сорта российской селекции*: Екатерина – гибридный фундук, полученный от скрещивания отборной формы лещины обыкновенной № 454 с краснолистным гибридным фундуком № 236; Тамбовский ранний – отборный сеянец лещины обыкновенной (отобран в лесах Тамбовской области); Академик Яблоков – фундук 86 × Трапезунд; Московский рубин – Nottingham × смесь пыльцы краснолистных гибридов № 154, 155, 162, 167 [5].

2. *Сорта западноевропейской селекции*: Барселонский – испанский сорт, Косфорд – английский сорт [6].

3. *Сорта и гибриды белорусского происхождения*: Яшма (Тамбовский ранний × Тамбовский ранний); Лал (Екатерина св. оп.); 14-1/21 (Тамбовский ранний св. оп.); 14-5/6 (Тамбовский ранний св. оп.).

Данные сорта и гибриды произрастают в саду на территории опытного участка отдела селекции плодовых культур РУП «Институт плодоводства». Сад заложен в 2017 г. по схеме 4 × 2 м двухлетними саженцами.

Пыльца была собрана в феврале 2022 г. на опытном коллекционном участке отдела селекции РУП «Институт плодоводства». Для сбора пыльцы срезали ветки с большим количеством сережек с соблюдением пространственной изоляции, ставили их в воду в теплом помещении. Затем пыльцу собирали в стеклянные баночки, закрывали ватной пробкой и хранили в холодильнике при температуре 4 °С [6].

Определение качества пыльцы проводили 3 методами:

1. *Путем окрашивания индигокармином (фертильность)*. Данный метод основан на способности красителя – индигокармина – окрашивать содержимое пыльцевых зерен. Использовали 1%-ный водный раствор индигокармина. На предметное стекло наносили каплю красящего раствора, насыпали небольшое количество пыльцы и изучали под микроскопом Olympus VX41 при увеличении 10 × 10. Достоверность результатов достигалась оценкой 5 полей зрения [8].

2. *Путем проращивания пыльцевых зерен методом подвешенной капли раствора сахарозы в чашках Петри (жизнеспособность)*. В нижнюю часть чашки Петри выкладывали фильтровальную бумагу и смачивали ее дистиллированной водой. Верхнюю часть чашки Петри делили на 4 сектора с подписями концентраций сахарозы.

Просмотр и подсчет пыльцевых зерен осуществляли через 2 сут с помощью микроскопа Olympus VX41 при увеличении 10 × 10. Процент проросших пыльцевых зерен в каждом варианте определяли в 5–12 полях зрения таким образом, чтобы на каждый вариант опыта приходилось не менее 1000 пыльцевых зерен. Жизнеспособность проверяли на 3 концентрациях сахарозы – 20, 25 и 30 %. Количество жизнеспособной пыльцы рассчитывали как процент пыльцевых зерен, у которых есть пыльцевые трубки, по отношению к общему числу зерен в поле зрения. Проросшей считается пыльца с длиной пыльцевой трубки, превышающей диаметр пыльцевого зерна [8].

3. *Путем опыления пестиков с дальнейшим окрашиванием анилиновым голубым и изучением методом люминесцентной микроскопии* по методикам Y. O. Kho, J. Vaer [9], J. Liu [10], A. И. Литвака [11], Н. П. Березенко [12, 13]. Фиксацию пестиков проводили на 4, 7 и 10-е сут после опыления. Фиксировали по 2–5 женских цветочных почек в фиксирующем растворе, составленном из 6 частей 96%-ного спирта и 1 части ледяной уксусной кислоты (6 : 1); фиксатор является менее

жестким, позволяет увеличить время фиксации и обеспечить возможность серийной работы. Спустя 20–24 ч после фиксации материал дважды промывали в 70%-ном этиловом спирте и хранили в нем до приготовления препаратов.

Перед окрашиванием зафиксированный объект исследования промывали в течение 2–3 ч проточной водой, несколько раз споласкивали дистиллированной водой. Пестики, зафиксированные на 4 и 7-е сут, окрашивали без предварительной мацерации. Флуорохромирование проводили 0,1%-ным раствором анилинового голубого в течение 20–24 ч. После окрашивания объекты также промывались несколько раз дистиллированной водой. Для цитологических исследований готовили давленные в 15%-ном сахарном сиропе препараты. Препараты исследовали в день приготовления.

Рост пылевых трубок изучали на микроскопе Olympus BX41 в люминесцентном режиме с блоком *Olympus U-RFL-T* и светофильтрами U-25ND6 и U-25ND25 в падающем свете.

Фотографии прорастания пыльцы делались фотоаппаратом Olympus CAMEDIA C-5060 Wide Zoom, с помощью программного обеспечения Olympus DP-soft.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка пыльцы путем окрашивания индигокармином является самым простым методом определения ее качества и в первую очередь позволяет достоверно определить противоположный показатель – количество пыльцы, которая однозначно не будет участвовать в процессе оплодотворения. Нельзя говорить о том, что все хорошо окрашенные пылевые зерна нормального размера и формы способны полноценно оплодотворять, однако неокрашенные или деформированные пылевые зерна, отнесенные к стерильным, однозначно не способны к оплодотворению.

В течение 2020 и 2022 гг. высокое количество окрашиваемых, хорошо выполненных пылевых зерен отмечено у большинства сортов и находится в пределах 93–99 %, за исключением сортов западноевропейской селекции. Стабильно низкий показатель фертильности пыльцы отмечен у сорта Барселонский, низкий (по результатам 2020 г.) – у сорта Косфорд (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1. Определение качества пыльцы генотипов фундука путем окрашивания индигокармином в 2020, 2022 гг.

Географическое происхождение	Образец	Фертильная пыльца, %	
		2020 г.	2022 г.
Белорусская селекция	Лал	72,0	93,0
	Яшма	91,0	98,3
	14-1/21	51,0	99,0
	14-5/6	–	98,6
Западноевропейская селекция	Барселонский	43,0	32,0
	Косфорд	38,0	98,0
Российская селекция	Тамбовский ранний	94,0	96,0
	Екатерина	95,0	98,0

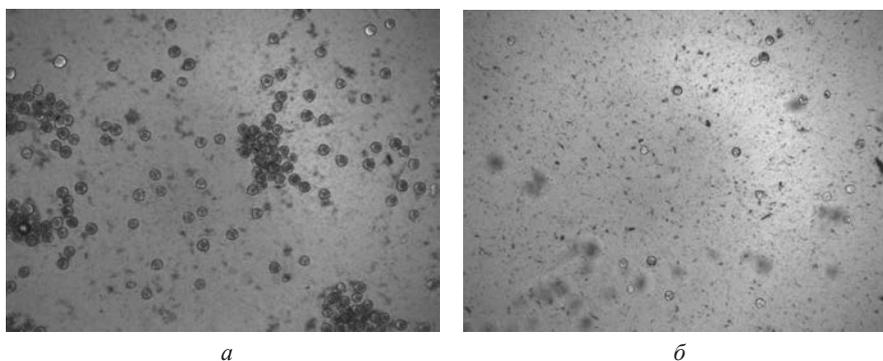


Рис. 1. Пыльца фундука (карминовый метод окрашивания, увеличение – 10 × 10): а – фертильная пыльца, сорт Яшма; б – стерильная пыльца, сорт Барселонский

Оценка жизнеспособности пыльцы при проращивании в растворе сахарозы позволила установить, что стабильно высокое количество прорастающих пыльцевых зерен в 2020 и 2022 г. характерно для сорта белорусской селекции Лал (41 и 30 % соответственно), сортов российской селекции – Московский рубин (45 и 26 % соответственно) и Академик Яблоков (39 и 26 % соответственно) (табл. 2, рис. 2). Необходимо отметить, что показатели жизнеспособности пыльцы значительно ниже показателей фертильности. Данная закономерность отмечается также для плодовых культур и подтверждает предположение о том, что карминовый метод окрашивания недостаточно информативен, позволяет установить количество стерильной пыльцы, которая не будет использована растением для оплодотворения.

Таблица 2. Определение качества пыльцы генотипов фундука путем проращивания в растворе сахарозы (2020, 2022 гг.)

Географическое происхождение	Образец	Жизнеспособная пыльца, %	
		2020 г.	2022 г.
Белорусская селекция	Яшма	54,0	4,2
	Лал	41,0	30,0
	14-1/21	33,0	9,5
	14-5/6	–	12,0
Западноевропейская селекция	Барселонский	28,0	0
	Косфорд	23,0	3,0
Российская селекция	Екатерина	35,0	18,0
	Тамбовский ранний	49,0	13,6
	Московский рубин	45,0	26,0
	Академик Яблоков	39,0	26,0

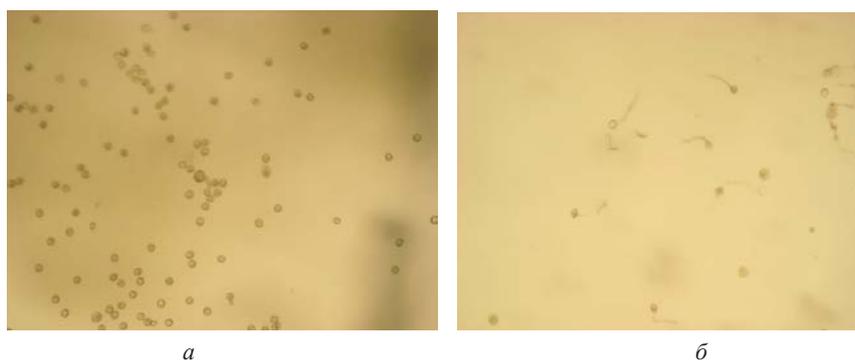


Рис. 2. Жизнеспособность пыльцы фундука (проращивание в 25%-ном растворе сахарозы, увеличение – 10 × 10):
 а – нежизнеспособная пыльца, сорт Барселонский; б – жизнеспособная пыльца с пыльцевыми трубками, сорт Московский рубин

В опыте применяли три концентрации сахарозы (20, 25 и 30 %), подсчет вели на концентрации с визуальным максимальным проращением пыльцевых зерен.

Так, для генотипов Академик Яблоков, Московский рубин, 14-5/6 максимальное проращение было на сахарозе с концентрацией 25 %; Екатерина, Лал, Тамбовский ранний, 14-1/21 – 20; Косфорд – 30 %. Исходя из полученных данных, сорта российской и белорусской селекции показывают способность лучше прорасти на концентрациях сахарозы 20–25 %.

Для всех сортов отмечены значительные колебания жизнеспособности и фертильности пыльцы в зависимости от года исследований. На рис. 3 представлены графики корреляции фертильности и жизнеспособности по 2020 и 2022 гг. исследований. На основании двухлетних наблюдений корреляция оценки качества пыльцы двумя вышеприведенными методами не установлена.

Для оценки качества пыльцы методом флуоресцентной микроскопии опыление женских цветков фундука проводили в лабораторных условиях. Для этого ветки исследуемых образцов

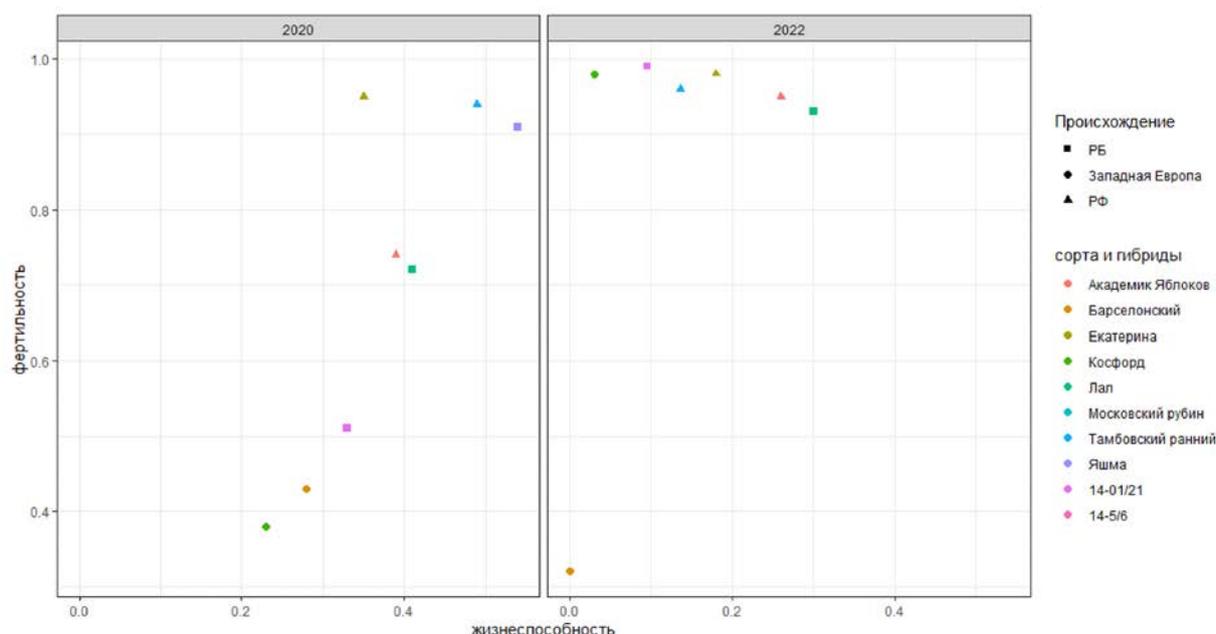


Рис. 3. Корреляция фертильности и жизнеспособности пыльцы в 2020 и 2022 гг.

срезали и ставили в воду, все мужские соцветия удаляли. Через 5–7 дней женские цветки в стадии полного цветения срезали с веток и опыляли пыльцой выбранных отцовских форм. Для опыления пестики полностью погружали в пыльцу. Хранили опыленные женские цветки в эпандорфах или стеклянных баночках с полоской фильтровальной бумаги, увлажненной дистиллированной водой, в условиях бытового холодильника (4 °С). Поскольку возможность опыления цветков фундука в лабораторных условиях исследовалась впервые, контролем явилось опыление изолированных заранее женских цветков в полевых условиях.

Для сравнительной оценки качества пыльцы использовали анализ прорастания пыльцевых зерен на пестиках на 4-е сут после опыления, когда пыльца только начинала прорастать. Это позволило минимизировать фактор несовместимости родительских компонентов скрещивания при самоопылении и близкородственном опылении (за исключением проявления несовместимости непосредственно при прорастании пыльцевого зерна). Для данного исследования не использовали сорта западноевропейской группы, поскольку качество их пыльцы по результатам прорастания в 2022 г. было низким (0–3 %).

Результаты оценки прорастания пыльцы на пестике приведены в табл. 3, на рис. 4. Из выбранных для изучения генотипов есть образцы, где материнская форма оказывала влияние на прорастание пыльцы уже на пестике. Для скрещиваний 14-5/6 × Лал и Яшма × 14-5/6 отмечено отсутствие прорастания пыльцевых зерен на пестике уже на первой стадии опыления.

Таблица 3. Определение качества пыльцы генотипов фундука путем проращивания на пестике (2022 г.)

Географическое происхождение	♂	Жизнеспособная пыльца, %					
		♀				Среднее	
		14-5/6	Яшма	Тамбовский ранний	Екатерина	по ♂	по ♂ без *
Белорусская селекция	Яшма	5,5*	1,5*	2,3*	5,8	4,3	6,0
	Лал	0	35,5	64,5	31,0*	32,4	34,5
	14-5/6	5,0*	0	0,36*	20,3	6,5	10,4
Российская селекция	Екатерина	22,2	18,3	12,7	14,6*	21,7	23,9
	Тамбовский ранний	99,5*	20,8*	3,68*	10,8	33,7	10,8

* Самоопыление или близкородственное опыление.

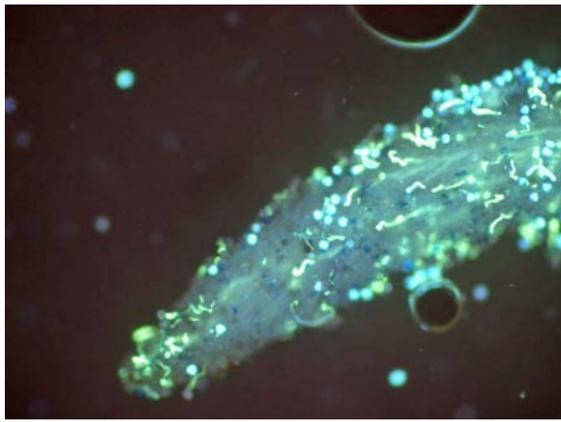


Рис. 4. Прорастание пыльцы фундука сорта Екатерина на верхней части пестика (люминесцентная микроскопия, увеличение – 10 × 10)

В то же время для сорта Тамбовский ранний отмечены очень высокие результаты прорастания пыльцы на рыльце пестика при близкородственных скрещиваниях и составляют 20,8–99,5 % (табл. 3).

Среднее количество пыльцевых зерен, прорастающих на рыльце пестика для сортов Яшма, Лал и Екатерина, близко по значению с результатами проращивания в чашках Петри (табл. 3).

Сравнительная оценка средних показателей процента прорастания пыльцевых зерен двумя методами (проращивание на пестике и в растворе сахарозы) показывает, что данные методы показательны и информативны (корреляция – 0,72). Степень согласования по средним величинам двух опытов представлена на рис. 5.

Процесс распускания женских соцветий показал, что пестики выходят из чешуй генеративной почки постепенно, выдвигаясь с набором суммы эффективных температур. Так, процесс полного выхода пестиков из почки может происходить до нескольких недель и, в условиях Беларуси, попадать под заморозки либо подсыхать от ветров. Возникает вопрос о продолжительности восприимчивости пестика к пыльце и эффективности опыления фундука.

Применение люминесцентной микроскопии показало, что характерной особенностью, обеспечивающей успешное опыление для фундука, является пестик, восприимчивый к пыльце по всей длине (рис. 6). Данная особенность позволяет воспринимать пыльцу в течение всего периода выдвижения пестика и при замерзании или засыхании верхних отрезков пестика использовать его основание. Это обеспечивает высокую потенциальную урожайность для культуры фундука, который цветет в период высокой вероятности возвратных заморозков, является диогоамным, ветроопыляемым видом при выращивании в различных климатических условиях.

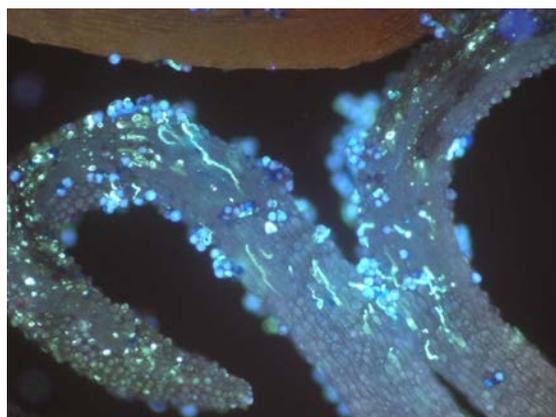


Рис. 6. Пестик фундука сорта Тамбовский ранний с пыльцевыми зёрнами, прорастающими в его верхней и средней части (люминесцентная микроскопия, увеличение – 10 × 10)

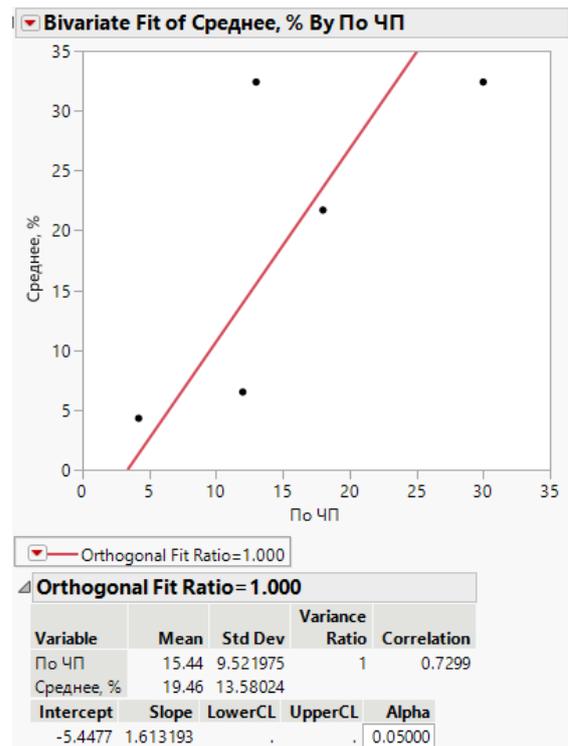


Рис. 5. Степень согласования по средним величинам двух методов исследования качества пыльцы (проращивание на пестике и в растворе сахарозы)

ВЫВОДЫ

В результате исследований установлено следующее:
высокое количество (93–99 %) окрашиваемых, хорошо выполненных пыльцевых зерен зафиксировано у большинства сортов фундука, за исключением сортов западноевропейской селекции;
стабильно высокое количество прорастающих в растворе сахарозы пыльцевых зерен характерно для сорта белорусской селекции Лал (41 и 30 %), сортов российской селекции Московский рубин (45 и 26 %) и Академик Яблоков (39 и 26 %);
отмечены меньшие показатели жизнеспособности, чем фертильности пыльцы, и отсутствие корреляции оценки ее качества двумя вышеприведенными методами;
наблюдаются значительные колебания жизнеспособности и фертильности пыльцы в зависимости от года исследований;
результаты оценки прорастания пыльцы на пестике методом люминесцентной микроскопии согласуются (корреляция – 0,72) с результатами проращивания в растворе сахарозы;
характерной особенностью, обеспечивающей успешное опыление для фундука, является пестик, восприимчивый к пыльце по всей длине.

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Козловская, З. А. Лещина. Дикие виды и фундук / З. А. Козловская, Н. В. Луговцова // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Институт плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 30. – С. 289–303.
2. Germain, E. The reproduction of hazelnut (*Corylus avellana* L.): a review / E. Germain // Acta Horticulturae. – 1994. – № 351. – P. 195–209.
3. Васильева, М. Н. Цитологические особенности признаков мужской стерильности гибридных сортов алычи культурной / М. Н. Васильева, В. А. Матвеев // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. биял. навук. – 2016. – № 1. – С. 84–89.
4. Воронова, О. Н. Количественный и качественный анализ пыльцы подсолнечника (*Helianthus* L.) и его использование в селекционной работе / О. Н. Воронова, В. А. Гаврилова // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180, № 1. – С. 95–104. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-95-104>
5. Кудашева, Р. Ф. Разведение и селекция лещины и фундука / Р. Ф. Кудашева. – М. : Лес. пром-ть, 1965. – 131 с.
6. Zdyb, H. Leszczyna / H. Zdyb. – Warszawa : Powszechny Wydaw. Rol. i Lesne, 2010. – 249 s.
7. Mehlenbacher, S. A. Geographic Distribution of Incompatibility Alleles in Cultivars and Selections of European Hazelnut / S. A. Mehlenbacher // J. of the Amer. Soc. for Horticultural Sci. – 2014. – № 139 (2). – P. 191–212.
8. Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений : учеб. пособие для аграр. специальностей / З. П. Паушева. – М. : Колос, 1970. – 255 с.
9. Kho, Y. O. Observing pollen tubes by means of fluorescence / Y. O. Kho, J. Baër // Euphytica. – 1968. – Vol. 17. – P. 298–302.
10. Comparison of ultrastructure, pollen tube growth pattern and starch content in developing and abortive ovaries during the progamic phase in hazel / J. Liu [et al.] // Frontiers in Plant Sci. – 2014. – Vol. 5. – P. 528.
11. Литвак, А. И. Люминесцентная макро- и микроскопия в исследованиях плодовых культур и винограда / А. И. Литвак. – Кишинев : Штиинца, 1978. – 111 с.
12. Березенко, Н. П. Люминесцентный метод исследования роста пыльцевых трубок в тканях пестика некоторых сортов вишни / Н. П. Березенко // Цитолого-эмбриологические и генетико-биохимические основы опыления и оплодотворения растений : материалы Всесоюз. совещ., Ялта, 1980 г. / редкол.: В. П. Банникова (отв. ред.) [и др.]. – Киев, 1982. – С. 206–209.
13. Березенко, Н. П. Особенности формирования женского гаметофита у вишни и прорастание пыльцы при межвидовых реципрокных скрещиваниях ее с черешней / Н. П. Березенко // Цитология и генетика. – 1982. – № 1. – С. 32–37.

POLLEN QUALITY EVALUATION OF HAZELNUT GENOTYPES IN THE CONDITIONS OF BELARUS

N. V. LUGOVTSOVA, N. V. KUKHARCHIK, M. N. BORISENKO, V. V. VASEKHA, K. A. CHERNOOKAYA

Summary

Pollen quality of selected genotypes remains an essential aspect for breeding, development of new varieties and obtaining high-quality yield in the commercial orchards. This article presents the results of laboratory studies of pollen quality for 2020 and 2022. Fertility was determined by means of indigo carmine staining, viability was defined by the technique of germination on hanging drops of sucrose, germination on pistils pollinated in the laboratory was identified by fluorescence microscopy. Genotypes of different genetic origin were selected for the study: Western European and Russian varieties, Belarusian varieties and hybrids created at the RUE “Institute of Fruit Growing”. A comparative analysis of two methods is also presented; the germination of pollen on sucrose in petri dishes and on pistils.

Keywords: *Corylus avellana*, hazelnut, variety, hybrid, viability, pollen, pistil, light microscopy, fluorescent microscopy, artificial pollination, Belarus.

Поступила в редакцию 08.02.2023

ОПТИМИЗАЦИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ МОЛОДЫХ РАСТЕНИЙ ФУНДУКА ЗА СЧЕТ СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ

И. С. ЛЕОНОВИЧ, Н. Г. КАПИЧНИКОВА, А. В. БУЙМИСТРОВА

*РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследований за 2020–2022 гг., проведенных в промышленном фундучном саду ООО «Вязовецкий сад» Молодечненского района Минской области, цель которых – выделить схему размещения, позволяющую оптимизировать параметры роста и развития молодых растений фундука (до вступления в товарное плодоношение) сортов Барселонский и Каталонский, посаженных по двум схемам – $5,0 \times 3,5$ м (570 раст/га) и $5,0 \times 3,0$ м (666 раст/га).

Более плотная схема посадки $5,0 \times 3,0$ м с большей плотностью размещения растений на гектаре в возрастном периоде роста и плодоношения обеспечивает большие показатели удельной нагрузки урожаем молодых растений фундука, что говорит об оптимизации между их ростом и развитием: у сортов Барселонский и Каталонский на единицу ППСШ – 28 и 42 г/см², или больше на 16,6 и 27,2 %, соответственно, на единицу площади горизонтальной проекции кроны – 293 и 244 г/м², или больше на 45,0 и 21,3 %, соответственно по сортам по сравнению с более разреженной схемой посадки $5,0 \times 3,5$ м.

Ключевые слова: фундук, схема размещения, рост, площадь поперечного сечения штамба, высота растения, параметры кроны, горизонтальная проекция кроны, урожайность, удельная продуктивность, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

В мире производится 1,0–1,1 млн т лесного ореха в год. Турция является крупнейшим производителем фундука в мире с объемом производства 776,0 тыс. т в год, площадью под посадками – 734 409 га и средней урожайностью – 1,06 т/га. Италия занимает второе место с 98,5 тыс. т годового производства, площадью – 79 350 га, урожайностью – 1,24 т/га. Азербайджан занимает третье место в мире с объемом годового производства 53,8 тыс. т, площадью – 43 381 га и средней урожайностью, как и в Италии, – 1,24 т/га [1].

Фундук в Турции исключительно интенсивная культура и в экономике республики занимает одно из ведущих мест. Необходимо также отметить, что именно в Турции появились первые культурные сорта фундука, отобранные из местных диких посадок.

Почвы в Турции практически непригодны для выращивания других плодовых культур. Основное производство находится в горных районах. Для повышения урожайности принят гнездовой метод посадки: сажают 5–6 растений в окружности диаметром 1,0–1,5 м по схеме 6×6 м, но при этом корневая поросль полностью удаляется и растение формируется в один ствол [2, 3].

Фундук в Италии выращивают на высоте 40–50 м над уровнем моря, преимущественно на террасированных склонах [4]. Ширина террас – 2,8–3,0 м. Размещение кустов в фундучном саду на плодородных почвах с применением полива – 8×8 м, без полива – 5×5 или 6×6 м. В садах на склонах выше 5°, где применяется ленточная обработка почвы, расстояние между рядами составляет 6–8 м, а в ряду – 4–5 м. На крутых склонах кусты размещают на расстоянии 6×6 м. Урожайность составляет 2–3 т/га сухих орехов. В посадочное место высаживается одно растение, высота штамба – 30–40 см, с 4–5 скелетными ветвями.

Фундук в США в основном выращивается в штате Орегон в долине Вилламент, где производство орехов составляет 99 % от всего американского производства [5]. Ореховые сады размещены на плодородных почвах. Производство орехов находится на высоком уровне механизации при низких затратах ручного труда (35–40 чел.-ч/год) [6, 7]. Плотность посадки насаждений на 1 га в зависимости от формировки изменяется от 300 до 1700 растений (кустарников).

Ряд авторов отмечает, что именно формировка, схема посадки и обрезка способствуют лучшему проникновению света, увеличению закладки генеративных образований, повышению урожайности и качества самой продукции [8–11].

В 2001 г. доктором J. Tous [12] проводилась работа по изучению формировки фундука в виде дерева с одним стволом на фундучных плантациях Турции, Италии и Испании. В садах Орегона (США) было рекомендовано формировать растения в виде вазы с плотностью посадки от 277 до 400 деревьев на 1 га, со схемами посадки – 6×6 или 5×5 м. На юго-западе Франции плотность деревьев колебалась между 666 (5×3 м) и 800 раст/га ($5,0 \times 2,5$ м). В итальянском регионе Витербо изучался интервал междурядий 4,5–5,0 и 3,0 м между деревьями, с плотностью посадки от 666–740 раст/га. В Испании рекомендовалась схема посадки от 6×3 до 7×4 м (357–555 раст/га). Исследователь пришел к выводу, что данные конструкции актуальны для производства, так как имеют преимущество экономического аспекта, такого как механизированный сбор.

Фундук и лещина возделываются в Азербайджане, Грузии, в государствах Средней Азии, Прибалтики, Молдавии, на Украине, в Краснодарском крае.

В культивировании фундука в субтропической зоне учеными рекомендованы различные формировки и соответственно схемы размещения в зависимости от рельефа.

На склонах до 5° рекомендуется формировать штаб «дерево» и высаживать по одному саженцу в посадочное место. Схемы размещения при этом – $6 \times 2-3$ и 5×3 м. Срок вступления таких насаждений в плодоношение наступает на 3–4-й год после посадки.

Для горной местности, где крутизна склонов свыше 15° , с учетом сортовых особенностей и почвенных условий, растение размещают по схеме $6 \times 4-6$ м. Рекомендуется кустовая традиционная форма выращивания фундука. Начало плодоношения таких конструкций насаждений наступает на 4–5-й год.

На склонах крутизной до 25° рекомендована форма «очаг» – на каждом стволе оставляют по 3–4 скелетных ветви, высадка по 4–6 саженцев в гнезде радиусом до 1 м, оптимальные схемы посадки $6 \times 4-6$ м. В плодоношение культура вступает на 3–4-й год.

По системе формировки «татура» рекомендовано высаживать по 2 растения в посадочное место под углом 60° в сторону междурядий, схема размещения – $6 \times 2-3$ м. Начало плодоношения такой конструкции наступает на 3–4-й год после посадки [13–20].

По данным ряда авторов, на ровных участках или с малым уклоном и плодородными почвами, где применяют полив, площадь питания должна составлять $5-6 \times 8$ м, без полива – $6 \times 4-5$ м, при уклонах более 15° (при этом учитывается и сила роста сортов) – $5 \times 4-5$ м (для сильнорослых) и 4×4 м (для слаборослых сортов), посадка в шахматном порядке, и предлагается выращивать фундук в штабной форме, позволяющей максимально механизировать трудоемкие процессы производства, включая сбор орехов [21].

В условиях Дагестана наиболее технологичной считается штабная культура фундука при схеме размещения деревьев $5,0 \times 3,0-3,5$ м в зависимости от плодородия почвы. Деревья в штабной культуре вступают в пору плодоношения в 6–7-летнем возрасте, т. е. на 5–6-й год после посадки в сад. Однако насаждения полного плодоношения достигают на 7-й год после посадки. При использовании других конструкций крон – кустовая, многоствольная – расстояние между рядами должно составлять 6–7 м, а в рядах – 3–4 м [22].

Рост и развитие плодовых растений, в том числе и фундука, обеспечивается естественным плодородием почвы и приемами агротехники, регулированием силы роста и плодоношения, обрезкой деревьев, защитой от вредителей и болезней, правильным содержанием почвы в садах, внесением органических и минеральных удобрений.

Главное направление современных исследований в плодоводстве – определение оптимальной степени загущения для существующих технологий и выявление пороговых значений продуктивности современных привойно-подвойных комбинаций путем создания насаждений с высокой плотностью стояния деревьев.

По причине проведения впервые в условиях Республики Беларусь исследований по оценке влияния схемы размещения на рост и развитие молодых растений фундука в промышленной культуре, разработка отдельных элементов технологии возделывания является актуальной и представляет как научный, так и практический интерес.

Цель исследований – выделить схему размещения, позволяющую оптимизировать параметры роста и развития молодых растений фундука до их вступления в товарное плодоношение.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2020–2022 гг., в возрастном периоде роста и плодоношения молодых растений фундука, в промышленном саду ООО «Вязовецкий сад» Молодечненского района Минской области.

Сад посажен весной 2018 г. 2-летним посадочным материалом. Схемы посадки – 5,0 × 3,5 м (570 раст/га) и 5,0 × 3,0 м (666 раст/га); сорта – Барселонский и Каталонский. Повторность вариантов 4-кратная, в повторении 18 учетных деревьев.

Система содержания почвы: в приствольных полосах в первые три года – черный пар, в последующие годы – гербицидный пар (*Баста*, *Алион*), в междурядьях в первые три года – черный пар, в последующие годы – искусственное залужение (белый клевер).

Система формирования растений – штамбовая чашевидная форма.

Исследования проведены согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [23]. Статистическая обработка полученных данных осуществлена методом однофакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [24].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Процессы роста и развития растения неразрывно связаны между собой: рост является частью индивидуального развития. Однако в одном и том же организме процессы роста и развития могут сочетаться различным образом. Растение может находиться в состоянии активного роста, но вместе с тем медленно развиваться или, наоборот, оно может быстро развиваться при замедленном росте. Показателем темпов развития, как правило, служит переход растений к репродукции.

Активность ростовых процессов оценивают по скорости увеличения массы, объема, размеров растения. Рост вегетативных метамерных органов в одних и тех же внешних условиях протекает различно на разных этапах развития отдельного растительного организма. Физиологические изменения, влекущие за собой образование генеративных органов, могут осуществляться только у растений, находящихся в состоянии роста.

Таким образом, процессы роста и развития растения тесно взаимосвязаны и обусловлены между собой, а также зависят друг от друга. Иногда они настолько тесно сопряжены между собой, что их достаточно сложно разграничить. Рост и развитие интегрируют все физиологические функции и взаимодействие растительного организма с внешней средой.

На 3-й год после посадки сада (2020) схема размещения не оказала существенного влияния на показатели роста растений фундука сортов Барселонский и Каталонский (табл. 1).

Таблица 1. Показатели роста молодых растений фундука при различной схеме посадки

Показатель		Барселонский			Каталонский		
		Схема посадки, м					
		5,0 × 3,5	5,0 × 3,0	НСР _{0,05}	5,0 × 3,5	5,0 × 3,0	НСР _{0,05}
ППСШ, см ² /раст.	2020 г.	12,7	13,9	$F_{\Phi} < F_T$	12,3	13,2	$F_{\Phi} < F_T$
	2021 г.	22,0	19,7	2,16	23,9	20,5	2,24
	2022 г.	35,6	31,2	3,44	38,7	33,3	4,58
Прирост ППСШ, см ² /раст.	2021 г.	6,2	5,7	0,37	8,6	6,5	1,61
	2021–2022 гг.	19,8	17,2	2,56	23,4	19,3	3,49
Высота дерева, м		2,4	2,2	–	2,3	2,1	–
Длина кроны, м		2,4	2,0	–	2,9	2,8	–
Ширина кроны, м		2,3	1,9	–	2,8	2,6	–
Площадь горизонтальной проекции кроны, м ² /раст.		4,3	3,0	0,95	6,4	5,7	0,59

Схема размещения (плотность посадки) начала оказывать влияние на показатели роста растений на 4-й год после посадки сада (2021). Площадь поперечного сечения штамба (ППСШ) и прирост ППСШ растений были существенно больше при разреженной схеме посадки 5,0 × 3,5 м по

сравнению с более плотной схемой 5,0 × 3,0 м: у сорта Барселонский – на 11,6 и 8,7 % соответственно, у сорта Каталонский – на 16,5 и 32,3 % соответственно.

В конце 5-го сезона вегетации (2022) ППСШ и суммарный прирост ППСШ растений за 2 года были существенно больше также при более разреженной схеме посадки 5,0 × 3,5 м по сравнению со схемой 5,0 × 3,0 м: у сорта Барселонский – на 14,1 и 15,1 % соответственно, у сорта Каталонский – на 16,2 и 21,2 % соответственно.

Параметры растений – высота, длина кроны вдоль ряда и ширина кроны поперек ряда, площадь горизонтальной проекции кроны – были больше при меньшей плотности посадки (570 раст/га): высота растений у обоих сортов – на 20 см, или на 9,0 (Барселонский) и 9,5 % (Каталонский), ширина и длина кроны у сорта Барселонский – на 40 см, или на 20,0 и 21,0 % соответственно, у сорта Каталонский – на 10 и 20 см, или на 3,5 и 7,6 %, соответственно, площадь горизонтальной проекции кроны у сорта Барселонский на 1,3 м², или на 43,3 %, у сорта Каталонский – на 0,7 м², или на 12,2 %, по сравнению с большей плотностью посадки (666 раст/га).

На 5-й год после посадки сада 7-летние растения фундука не освоили пространство между растениями в ряду по причине применяемой системы обрезки: при схеме посадки 5,0 × 3,5 м у сорта Барселонский растения освоили пространство только на 68,5 %, у сорта Каталонский – на 82,9 %, при схеме 5,0 × 3,0 м – на 66,7 и 93,3 % соответственно. Однако пространство между рядами растений освоено у сорта Каталонский при схеме посадки 5,0 × 3,5 м на 112 %, при схеме посадки 5,0 × 3,0 м – на 104 %, у сорта Барселонский на 92 и 76 % соответственно.

На 3-й год после посадки сада схема размещения не оказала существенного влияния также на урожайность растений фундука сортов Барселонский и Каталонский (табл. 2). Урожайность с единицы площади у сорта Барселонский составляла: при схеме размещения 5,0 × 3,5 м – 0,69 ц/га, при схеме размещения 5,0 × 3,0 м – 0,99 ц/га, или на 43,5 % больше по сравнению с более разреженной схемой посадки; у сорта Каталонский она составляла более 1,0 ц/га: при схеме размещения 5,0 × 3,5 м – 1,33 ц/га, при схеме размещения 5,0 × 3,0 м – 1,38 ц/га, или на 3,8 % больше по сравнению с более разреженной схемой посадки, т. е. в период роста и плодоношения урожайность с единицы площади насаждения увеличивается за счет большего количества деревьев на гектаре.

Таблица 2. Начальная урожайность молодых растений фундука при различной схеме посадки

Год исследования	Барселонский			Каталонский		
	Схема посадки, м					
	5,0 × 3,5	5,0 × 3,0	НСР _{0,05}	5,0 × 3,5	5,0 × 3,0	НСР _{0,05}
Количество орехов, шт/раст.						
2020	21	26	$F_{\phi} < F_T$	36	33	$F_{\phi} < F_T$
2021	24	6	2,9	62	38	2,6
2022	141	156	4,6	156	204	13,4
Среднее	62	63	$F_{\phi} < F_T$	85	92	5,1
Урожайность съёмная, кг/раст.						
2020	0,121	0,148	$F_{\phi} < F_T$	0,234	0,207	$F_{\phi} < F_T$
2021	0,113	0,029	0,0442	0,273	0,166	0,0311
2022	0,635	0,702	0,0567	0,780	1,020	0,0424
Средняя	0,289	0,293	$F_{\phi} < F_T$	0,430	0,464	$F_{\phi} < F_T$
Урожайность съёмная, ц/га						
2020	0,69	0,99	$F_{\phi} < F_T$	1,33	1,38	$F_{\phi} < F_T$
2021	0,64	0,19	0,245	1,55	1,11	0,397
2022	3,62	4,68	0,960	4,45	6,79	1,234
Суммарная	4,95	5,86	0,715	7,33	9,28	0,837

В состоянии покоя растения фундука выдерживают и –45...–50 °С. Наиболее критическими для перезимовки ореховых растений являются периоды вынужденного покоя (конец января – февраль) и распускания почек (чем дальше продвинулось развитие почки, тем больше опасность) –

цветения, когда отмечаются резкие похолодания после продолжительных оттепелей с понижением температуры воздуха. Зимой пыльца в мужских соцветиях-сережках не повреждается даже при температуре -30°C , а вот во время весеннего цветения выдерживает $-3\dots-5^{\circ}\text{C}$. Женские соцветия фундука зимой выдерживают морозы -30°C и ниже, в процессе цветения – температуру $-8\dots-9^{\circ}\text{C}$, а оплодотворенная завязь – только -3°C , что влияет не только на величину урожая, но и на жизнеспособность самой культуры [23, 25].

Резкие колебания температурного режима по данным агрометеостанции г. Вилейка (Минская область) отмечены в первой и второй декадах февраля 2021 г., когда положительные температуры воздуха сменялись понижениями: 7 февраля – до $-25,3^{\circ}\text{C}$, с перепадом температуры в течение 12 ч в $12,6^{\circ}\text{C}$; 16 февраля – до $-21,9^{\circ}\text{C}$, с перепадом температуры в течение 12 ч в $15,9^{\circ}\text{C}$; 19 февраля – до $-25,5^{\circ}\text{C}$, с перепадом температуры в течение 12 ч в $19,1^{\circ}\text{C}$.

Положительные температуры воздуха в третьей декаде февраля и в начале первой декады марта в течение 10 сут (21.02–03.03), с максимальными температурами воздуха в этот период от $+3,0$ (21.02) до $+10,7^{\circ}\text{C}$ (25.02), способствовали началу фаз вытягивания и разрыхления мужских сережек (обособление пыльников) и выдвижения пестиков (обособление рылец) у части женских цветковых почек (наступающее при средней температуре воздуха $> 5^{\circ}\text{C}$).

Однако с 5 марта опять отмечено похолодание (перепад температуры в течение 9 ч составил 8°C – с $+1,1$ до $-6,9^{\circ}\text{C}$), продлившееся до конца первой декады марта (отрицательные среднесуточные и максимальные температуры воздуха), а со второй декады марта отмечено потепление (положительные среднесуточные температуры воздуха $5-10^{\circ}\text{C}$) и продолжение роста сережек, выделение пыльцы, обособление рылец у женских цветковых почек.

В связи со сложившимися погодными условиями зимне-весеннего периода и учитывая специфику формирования и строения генеративных органов, а также особенностей цветения в зимне-весенний период (мужские и женские цветки одной особи распускаются в разное время), 10 марта 2021 г. был проведен анализ степени повреждения морозами мужских сережек и раскрывшихся женских цветковых почек. У всех изучаемых сортов фундука отмечено подмерзание всех мужских сережек и женских цветков, у которых произошло обособление рылец. Однако по мужским почкам мы оценивали еще и долю живых цветков (по желто-зеленой окраске живых пыльников) в соцветии. Меньший средний балл повреждения мужских сережек был отмечен у сорта Каталонский – 3,9, у сорта Барселонский средний балл повреждения мужских сережек составил 4,2. Это вызвало необходимость в проведении искусственного опыления насаждений для получения урожая и сказалось на самом урожае, т. е. его снижении даже по сравнению с предыдущим годом.

В 2021 г. (4-й год после посадки) проведенный учет сформировавшейся завязи показал, что при более разреженной схеме посадки $5,0 \times 3,5$ м большее количество орехов и больший урожай с растения были отмечены у сорта Барселонский – в 4,5 и 4,0 раза соответственно, у сорта Каталонский – в 2,4 и 1,6 раза соответственно по сравнению с более плотной схемой посадки $5,0 \times 3,0$ м. В пересчете на единицу площади большая съемная урожайность была получена также при более разреженной схеме посадки $5,0 \times 3,5$ м: у сорта Барселонский – 0,64 ц/га, у сорта Каталонский – 1,55 ц/га, или больше в 3,4 раза и на 39,6 % соответственно, по сравнению со схемой $5,0 \times 3,0$ м (см. табл. 2).

У растений фундука изучаемых сортов в конце февраля 2022 г. (24.02) при оценке в полевых условиях было отмечено слабое подмерзание 2–3-летних ветвей, выраженное в побурении древесины до светло-коричневой окраски и небольшом (до 10 %) усыхании концов части однолетних обрастающих веток. Причиной такого повреждения явились неблагоприятные погодные условия предшествующей суровой зимы и весны 2020–2021 гг. А также отмечено легкое побурение верхушек у незначительной части (около 10 %) мужских сережек.

Агрометеорологические условия в весенние месяцы 2022 г. складывались неблагоприятно для роста и развития всех сельскохозяйственных культур, в том числе и для растений фундука. Очень сухой март, когда за месяц выпало только 0,9 мм осадков, или 2 % от нормы; преобладание пониженного температурного режима в апреле и мае не способствовало накоплению эффективного тепла, а продолжительные дожди (в апреле и мае с суммой осадков в 200 и 124 % соответственно

от нормы) существенно увеличили содержание влаги в почве (10-сантиметровый слой почвы был в основном избыточно и сильно увлажнен), что вызвало замедление роста и развития растений и отразилось на общей оценке их состояния.

В 2022 г. (5-й год после посадки) проведенный учет сформировавшейся завязи показал, что при более плотной схеме посадки $5,0 \times 3,0$ м было отмечено большее количество орехов и больший урожай с растения по сравнению с более разреженной схемой посадки $5,0 \times 3,5$ м: у сорта Барселонский – 0,702 кг/раст., или на 10,5 % больше, у сорта Каталонский – 1,020 кг/раст., или на 30,7 % больше. В пересчете на единицу площади большая съемная урожайность получена также при более плотной схеме посадки $5,0 \times 3,0$ м с большим количеством растений на единице площади: у сорта Барселонский – 4,68 ц/га, у сорта Каталонский – 6,79 ц/га, или больше на 29,2 и 52,5 % соответственно, по сравнению со схемой $5,0 \times 3,5$ м.

Средняя урожайность с растения за 3 года исследований у сортов по схемам посадки достоверно не различалась.

На примере плодовых культур мы знаем, что в период роста и плодоношения урожайность с единицы площади насаждения возрастает с увеличением количества деревьев на гектар. Наибольший суммарный урожай с гектара в сумме за 3 года исследований получен при более плотной схеме посадки $5,0 \times 3,0$ м за счет большего количества растений на единице площади: у сорта Барселонский – 5,86 ц/га, или больше на 18,3 %, у сорта Каталонский – 9,28 ц/га, или больше на 26,6 %, по сравнению с разреженной схемой посадки $5,0 \times 3,5$ м.

При слабой энергии роста до начала плодоношения дерево не нарастит необходимой массы древесины для высокой продуктивности. При слишком сильном росте крона и штамб будут развиваться в ущерб плодоношению. Сад и в этом случае окажется нерентабельным. Продуктивность растений является итогом всего метаболизма, в котором определенным образом сбалансированы процессы образования органического вещества и его расходования на рост, дыхание и другие жизненно важные процессы, идущие с затратой энергии. При различных размерах кроны растений, а также в связи с необходимостью подбора сортов для уплотненных насаждений интенсивных садов важным показателем продуктивности является расчет удельной нагрузки урожая на единицу показателя роста растений, например, площади проекции кроны, ППСШ и т. д.

Большие показатели удельной нагрузки урожаем молодых растений фундука, что говорит об оптимизации между их ростом и развитием, отмечены при более плотной схеме посадки $5,0 \times 3,0$ м с большей плотностью размещения растений на гектаре: у сортов Барселонский и Каталонский на единицу ППСШ – 28 и 42 г/см², или больше на 16,6 и 27,2 %, соответственно, на единицу площади горизонтальной проекции кроны – 293 и 244 г/м², или больше на 45,0 и 21,3 %, соответственно по сравнению с разреженной схемой посадки $5,0 \times 3,5$ м (табл. 3).

Таблица 3. Удельная продуктивность молодых растений фундука при различной схеме посадки

Удельная нагрузка урожаем на единицу:	Барселонский			Каталонский		
	Схема посадки, м					
	5,0 × 3,5	5,0 × 3,0	НСП _{0,05}	5,0 × 3,5	5,0 × 3,0	НСП _{0,05}
ППСШ, г/см ²	24	28	2,2	33	42	3,6
Площади горизонтальной проекции кроны, г/м ²	202	293	12,3	201	244	14,8

ВЫВОДЫ

При меньшей плотности посадки (570 раст/га) у сортов Барселонский и Каталонский были отмечены большие параметры растений – высота, длина кроны вдоль ряда и ширина кроны поперек ряда, площадь горизонтальной проекции кроны; ППСШ и суммарный прирост ППСШ растений за 2 года были существенно больше также при схеме посадки $5,0 \times 3,5$ м по сравнению со схемой $5,0 \times 3,0$ м: у сорта Барселонский – на 14,1 и 15,1 % соответственно, у сорта Каталонский – на 16,2 и 21,2 % соответственно.

На 5-й год после посадки сада 7-летние растения фундука не освоили пространство между растениями в ряду по причине применяемой системы обрезки: при схеме посадки $5,0 \times 3,5$ м у сорта Барселонский растения освоили пространство только на 68,5 %, у сорта Каталонский – на 82,9 %, при схеме $5,0 \times 3,0$ м – на 66,7 и 93,3 % соответственно. Однако пространство между рядами растений освоено у сорта Каталонский при схеме посадки $5,0 \times 3,5$ м на 112 %, при схеме посадки $5,0 \times 3,0$ м – на 104 %, у сорта Барселонский на 92 и 76 % соответственно.

Средняя урожайность с растения за 3 года исследований у сортов по схемам посадки достоверно не различалась. В период роста и плодоношения урожайность с единицы площади насаждения возрастает с увеличением количества деревьев на гектар. Наибольший суммарный урожай с гектара в сумме за 3 года исследований получен при более плотной схеме посадки $5,0 \times 3,0$ м за счет большего количества растений на единице площади: у сорта Барселонский – 5,86 ц/га, или больше на 18,3 %, у сорта Каталонский – 9,28 ц/га, или больше на 26,6 %, по сравнению с разреженной схемой посадки $5,0 \times 3,5$ м.

В начале возрастного периода роста и плодоношения бóльшие показатели удельной нагрузки урожаем молодых растений фундука, что говорит об оптимизации между их ростом и развитием, отмечены при более плотной схеме посадки $5,0 \times 3,0$ м с большей плотностью размещения растений на гектаре: у сортов Барселонский и Каталонский на единицу ППСШ – 28 и 42 г/см², или больше на 16,6 и 27,2 %, соответственно, на единицу площади горизонтальной проекции кроны – 293 и 244 г/м², или больше на 45,0 и 21,3 %, соответственно по сравнению с разреженной схемой посадки $5,0 \times 3,5$ м.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. World Hazelnut Production by Country [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.atlasbig.com/en-us/countries-hazelnut-production/>. – Date of access: 20.12.2022.
2. Гибайло, В. Н. Фундук. Технология выращивания [Электронный ресурс] / В. Н. Гибайло, Н. А. Москаленко // Науч.-исслед ин-т садоводства им. Л. П. Симиренко, 23.09.2016. – Режим доступа: https://sadco.com.ua/ru/stock/statti_funduk_b/. – Дата доступа: 15.10.2019.
3. Махно, В. Г. Штамбовая культура фундука в условиях Сочи / В. Г. Махно // Садоводство и виноградарство. – 2004. – № 3. – С. 21–23.
4. Орехоплодные лесные культуры / Ф. Л. Щепотьев [и др.]. – М. : Лес. пром-сть, 1978. – 255 с.
5. Mehlenbacher, S. A. The hazelnut industry in Oregon, USA / S. A. Mehlenbacher, J. Olsen // Acta Horticulturae. – 1997. – Vol. 445. – P. 337–345.
6. Scelta delle cultivar. Aspetti della tecnica culturale e loro riflessi sulla qualita delle produzioni / P. Romisondo [et al.] // Convegno Naz sul Nocciolo : atti del Convegno sul nocciolo, Avellino 22–24 sett., 1983. – P. 61–68.
7. Tous, J. Cultural practices and costs in hazelnut production / J. Tous, J. Girona, J. Tacias // Acta Horticulturae. – 1994. – Vol. 351. – P. 395–418.
8. Effects of walnuts on serum lipid levels and blood pressure in normal men / J. Sabate [et al.] // The New England J. of Medicine. – 1993. – Vol. 328. – P. 603–607.
9. Garcia, J. M. Lipid characteristics of kernels from different hazelnut varieties / J. M. Garcia, I. T. Agar, J. Streif // Tur. J. of Agriculture and Forestry. – 1994. – Vol. 18. – P. 199–202.
10. Kempler, C. The Effects of Pruning and Tree Density on Leaf Physiology and Yield of Hazelnut / C. Kempler, J. T. Kabaluk, P. M. A. Toivonen // Acta Horticulturae. – 1994. – Vol. 351. – P. 481–488.
11. Farinelli, D. Influence of canopy density on fruit growth and flower formation / D. Farinelli, M. Boco, A. Tombesi // Acta Horticulturae. – 2005. – Vol. 686. – P. 247–252.
12. Tous, J. World Hazelnut Production [Electronic resource] / J. Tous // Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA), 2007. – Mode of access: www.watanca.com. – Date of access: 26.03.2022.
13. Инновационная технология выращивания фундука в условиях юга и центрального Черноземья / В. Г. Махно [и др.] ; Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Всерос. науч.-исслед. ин-т цветоводства и субтроп. культур. – Белгород : ЛитКараВан, 2014. – 304 с.
14. Беседина, Т. Д. Диагностика минерального питания фундука как метод управления продуктивностью культуры / Т. Д. Беседина // Субтропическое садоводство России и основные направления научного обеспечения его развития до 2010 года : материалы науч.-практ. конф., Сочи, 20–24 сент. 2004 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т цветоводства и субтроп. культур. – Сочи, 2004. – С. 19–24.
15. Беседина, Т. Д. Агроэкологические критерии возделывания фундука во влажных субтропиках России / Т. Д. Беседина, Ц. В. Тутберидзе // Научные труды СКФНЦСВВ : сб. науч. тр. / Сев.-Кавк. федер. науч. центр садоводства, виноградарства, виноделия ; редкол.: Е. А. Егоров (гл. ред.) [и др.]. – Краснодар, 2019. – Т. 25. – С. 104–113.
16. Колесников, В. А. Частное плодоводство / В. А. Колесников. – М. : Колос, 1973. – 465 с.

17. Результаты селекции и сортоизучения семечковых и орехоплодных культур / А. П. Луговской [и др.] // Современные проблемы научного обеспечения отраслей «Садоводство и Виноградарство» на пороге XXI века : сб. докл. участников отраслевой науч.-практ. конф. / Сев.-Кавк. зон. науч.-исслед. ин-т садоводства и виноградарства. – Краснодар, 1999. – С. 36–37.
18. Черепенина, Л. В. Оптимизация конструкций насаждений фундука (*Corylus pontica* С. Koch) во влажных субтропиках России : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Л. В. Черепенина. – Сочи, 2012. – 153 л.
19. Козловская, З. А. Лещина. Дикие виды и фундук / З. А. Козловская, Н. В. Луговцова // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Институт плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Т. 30. – Минск, 2018. – С. 289–303.
20. Козловская, З. А. Фундук – новая культура в Беларуси / З. А. Козловская // Наше сел. хоз-во. – 2018. – № 21. – С. 119–124, № 23. – С. 113–118.
21. Раджабов, А. К. Субтропическое садоводство : учеб. / А. К. Раджабов, А. В. Рындин, А. В. Келина // Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М. : Изд-во РГАУ – МСХА, 2016. – 218 с.
22. Технология создания коммерческих насаждений фундука в Дагестане : метод. рекомендации / Дагест. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва ; Дагест. гос. с.-х. акад. ; подг.: М. М. Мурсалов [и др.]. – Махачкала, 2004. – 17 с.
23. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигадло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
24. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1979. – 416 с.
25. Биологические особенности лещины (фундука) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://фундук.рф/Book/4/>. – Дата доступа: 15.10.2019.

OPTIMIZATION OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF YOUNG HAZELNUT PLANTS DUE TO PLANTING PATTERN

I. S. LEONOVICH, N. G. KAPICHNIKOVA, A. V. BUIMISTROVA

Summary

The article presents the results of studies conducted in 2020–2022 in the commercial hazelnut garden of Vyazovetsky Sad LLC, Molodechno district, Minsk region, the purpose of which is to identify a placement pattern that allows optimizing the growth and development indicators of young hazelnut plants (before entering into season of commercial fruiting) of the Barcelona and Catalan varieties, planted according to two patterns – 5.0×3.5 m (570 plants/ha) and 5.0×3.0 m (666 plants/ha).

A denser planting pattern of 5.0×3.0 m with a higher density of plant placement per hectare in the age periods of growth and fruiting provides greater indicators of the crop loads of young hazelnut plants. That indicates an optimization between their growth and development: in the Barcelona and Catalan varieties per unit cross-sectional area of trunk – 28 and 42 g/cm², or more by 16.6 and 27.2 %, respectively, per unit area of the horizontal crown projection – 293 and 244 g/m², or more by 45.0 and 21.3 %, respectively, by variety compared to a more sparse planting pattern of 5.0×3.5 m.

Keywords: hazelnuts, planting pattern, growth, cross-sectional area of trunk, plant height, crown parameters, horizontal crown projection, yield, specific productivity, Belarus.

Поступила в редакцию 15.03.2023

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЗАТРАТ НА УХОД ЗА МОЛОДЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ ФУНДУКА (ДО ПЕРЕВОДА ИХ В СОСТАВ ПЛОДОНОСЯЩИХ) ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМАХ ПОСАДКИ

И. С. ЛЕОНОВИЧ, Л. Г. ЗЕЛЕЗНЯК

*РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты экономического анализа структуры затрат на уход за молодыми насаждениями фундука сортов Барселонский и Каталонский (до перевода их в состав плодоносящих), основанного на сравнении двух схем размещения – $5,0 \times 3,5$ м (570 раст/га) и $5,0 \times 3,0$ м (666 раст/га).

Учет всех затрат позволил выявить менее трудоемкую и капиталоемкую схему посадки $5,0 \times 3,5$ м (с меньшей плотностью посадки растений на единице площади) – на 12,5 и 7,3 % соответственно по сравнению со схемой $5,0 \times 3,0$ м. Однако уменьшение капитальных затрат по уходу за молодыми насаждениями до перевода их в состав плодоносящих – на 44,7 (у сорта Барселонский) и 68,5 % (у сорта Каталонский), за счет полученного большего урожая на единице площади, – обеспечивает более плотная схема посадки $5,0 \times 3,0$ м (с большей плотностью посадки растений на единице площади) по сравнению со схемой $5,0 \times 3,5$ м.

Деревья фундука сортов Барселонский и Каталонский при двух изучаемых в опыте схемах посадки вступили в пору плодоношения на 5-й год после посадки сада, когда полученный урожай в фактических ценах реализации превысил все затраты текущего года по уходу за молодыми насаждениями.

Ключевые слова: фундук, экономический анализ, сорт, схема размещения, плотность посадки, трудоемкость, капиталоемкость, урожайность, совокупная эффективность производства продукции, срок вступления в плодоношение, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

За последнее десятилетие мировое производство орехов увеличилось на 50 %. И только в сезон 2021/22 г., по сравнению с предыдущим, было отмечено его снижение на 6 % – с 5,4 до 5,1 млн т. С 2012 по 2022 г. мировое производство орехов ежегодно увеличивалось на 229,2 тыс. т. По мнению экспертов, производство явно опережает по темпам роста потребление (freshplaza.com).

Если сравнить сегмент самых популярных орехов (миндаль, грецкие орехи, кешью, фисташки и фундук) и пользующихся меньшим спросом (орехи пекан, макадамия, кедровые и бразильские орехи), то выяснится, что производство фундука выросло всего на 16 % – с 469 тыс. т в 2012 г. до 545 тыс. т в сезоне 2021/22 г. Провал с продажами фундука эксперты связывают с его использованием преимущественно в пищевой промышленности, главным образом для кондитерских изделий.

В 2020 г. миндаль и грецкие орехи стали самыми популярными у покупателей с долей продаж в 32 и 19 % соответственно. Фисташки, кешью и фундук заняли второе (17 %), третье (16) и четвертое (10 %) места соответственно [1].

За последние несколько лет расклад среди производителей лесных орехов изменился. В прошлом Италия была ведущим производителем фундука в скорлупе, но теперь пальма первенства принадлежит Турции, которая значительно увеличила посевные площади. Теперь эта страна занимает долю в 72 % мирового производства фундука в скорлупе, оттеснив на второе место экс-лидера Италию. Увеличивают производство и страны Северной Америки, а также Чили.

В 2020 г. общий объем экспорта фундука достиг более 376 тыс. т, при этом Турция является ведущим экспортером с долей 75 %. Большая часть итальянского экспорта, примерно 93 %, предназначалась для стран ЕС, особенно Германии и Франции (50 и 20 % соответственно). В 2020 г. Италия экспортировала более 25 тыс. т при среднем показателе за пять лет в 26 тыс. т. Продукцию импортируют страны ЕС и Великобритания, при этом доля Германии и Италии составила 24 и 20 % соответственно [1–4].

Выращивание фундука – очень перспективный бизнес: не нужно инвестировать в постройку дорогих холодильников, установку шпалер и антиградовых сеток, как в случае выращивания яблони, груши, черешни и других культур. Нет потребности и в быстрой реализации орехов сразу после сбора. Они могут долгое время храниться без потери качества при соблюдении температурного режима и влажности.

Масло ореха используется в лакокрасочной, пищевой промышленности, косметологии. Некоторые предприниматели не рискуют начинать этот бизнес, потому что до первого плодоношения саженцев за ними надо ухаживать не менее четырех лет. Плодоносить в достаточных объемах он начинает лет через пять-шесть [5–7].

Экономические критерии, определяющие целесообразность производства культур, обусловлены параметрами технологий возделывания [8, 9]. Средняя урожайность промышленных насаждений фундука зависит также от возраста и может составлять от 1,0 до 3,0 т/га, а в некоторых случаях и 6,0 т/га. Растения фундука при правильном подходе в агротехнике могут плодоносить десятилетиями. Иногда можно обнаружить экземпляры, возраст которых превышает столетие [6, 7].

В зависимости от схем посадок и уровня агротехники средняя урожайность фундука в разных странах колеблется. В Турции на традиционных старых посадках средняя урожайность находится на уровне 0,5–1,0 т/га, на новых посадках при наличии полива и хорошего уровня агротехники урожайность составляет 2,0–3,0 т/га. В Италии средняя урожайность фундука составляет 2,5–3,5 т/га, США – 2,0–4,0, Испании – 2,5–3,0, Франции – 2,0–3,0, Польше – 2,0–3,0, а в некоторых хозяйствах при интенсивной технологии выращивания – 5,0 т/га [3, 4].

Исходя из того, что лещина обыкновенная (*Corylus avellana*) в природных условиях растет почти по всей территории нашей страны, есть все основания полагать, что при правильном подходе, т. е. учитывая принципы районирования и применяя современные сорта, а также передовой опыт выращивания в других странах, соседствующих с нами, она может стать одной из промышленных, стратегически важных культур отечественного плодоводства.

Цель исследований – провести экономический анализ структуры затрат на уход за молодыми насаждениями фундука сортов Барселонский и Каталонский (до перевода их в состав плодоносящих), основанного на сравнении двух схем размещения растений – $5,0 \times 3,5$ и $5,0 \times 3,0$ м.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Промышленный сад фундука ООО «Вязовецкий сад» Молодечненского района Минской области посажен весной 2018 г. 2-летним посадочным материалом. Схемы посадки – $5,0 \times 3,5$ м (570 раст/га) и $5,0 \times 3,0$ м (666 раст/га); сорта – Барселонский и Каталонский.

Система содержания почвы: в приствольных полосах в первые три года – черный пар, в последующие годы – гербицидный пар (*Баста*, *Алион*), в междурядьях в первые три года – черный пар, в последующие годы – искусственное залужение (белый клевер).

Система формирования растений – штамбовая чашевидная форма.

Учет урожая проведен согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [10]. Сравнительную экономическую оценку вариантов схем посадки в молодом саду фундука определяли согласно «Методическим указаниям по определению экономической эффективности интенсивных садов разных типов» [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Многолетние насаждения являются основными средствами производства. Капиталовложения в их создание формируются в течение ряда лет, начиная от подготовки почвы, закладки насаждений и включая уход за ними до перевода в состав плодоносящих. В зависимости от породы и типа насаждений этот период растягивается от 3 до 7 лет.

Основным критерием экономической эффективности агромероприятий (приемов) являются рост производительности труда и увеличение выхода продукции в натуральном и денежном выражении. Правильно определить и дать разностороннюю количественную и качественную оцен-

ку эффективности различных элементов технологии возможно с помощью системы конкретных экономических показателей.

Правильный учет всех затрат позволяет определить сравнительную капиталоемкость и трудоемкость изучаемых типов насаждений. Сравнение этих показателей по различным типам садов позволяет выявить менее капиталоемкие и трудоемкие и определить эти критерии на различных конструкциях насаждений.

Анализ структуры затрат на уход за молодыми насаждениями фундука (таблица) показывает, что потребность в трудовых затратах на выполнение технологических процессов в зависимости от плотности посадки насаждения у сортов Барселонский и Каталонский составила от 1113,5–1173,4 чел.-ч при схеме посадки 5,0 × 3,5 м до 1258,0–1325,9 чел.-ч при схеме посадки 5,0 × 3,0 м, или больше на 12,9 % по сравнению с более разреженной схемой посадки.

Сумма затрат по уходу за насаждениями до перевода их в состав плодоносящих у сортов Барселонский и Каталонский при схеме посадки 5,0 × 3,5 м составила 18 773,7–19 477,2 руб., при схеме посадки 5,0 × 3,0 м – 20 243,9–20 951,9 руб., или больше на 7,8 и 7,5 % соответственно по сортам по сравнению с более разреженной схемой посадки.

С точки зрения производителя, важными являются сроки возврата капитальных вложений на закладку сада и работы по уходу, что напрямую зависит от времени получения первых урожаев, окупающих эти затраты.

В 2022 г. (5-й год после посадки) урожайность с единицы площади у сорта Барселонский при схеме размещения 5,0 × 3,5 м составляла 0,69 ц/га, при схеме размещения 5,0 × 3,0 м – 0,99 ц/га,

Структура затрат на уход за молодыми насаждениями фундука (до перевода их в состав плодоносящих) при различных схемах посадки

Показатель	Уход: год вегетации					Сумма
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	
Барселонский, схема посадки 5,0 × 3,5 м						
Трудоемкость, чел.-ч	193,7	206,9	220,9	214,6	277,4	1 113,5
Всего затрат, руб.	2 667,5	3 031,2	4 741,1	3 849,1	4 484,7	18 773,7
Урожайность, ц/га	–	–	0,69	0,64	3,62	4,95
Стоимость продукции, руб.	–	–	1 066,4	1 004,6	5 610,0	7 680,9
Совокупная эффективность производства продукции, руб.	–2 667,5	–3 031,2	–3 674,8	–2 844,5	1 125,3	×
Барселонский, схема посадки 5,0 × 3,0 м						
Трудоемкость, чел.-ч	218,2	236,2	255,1	227,6	321,0	1 258,0
Всего затрат, руб.	2 879,7	3 311,7	5 164,0	3 969,4	4 918,9	20 243,9
Урожайность, ц/га	–	–	0,99	0,19	4,68	5,86
Стоимость продукции, руб.	–	–	1 530,0	293,6	7 232,7	9 056,4
Совокупная эффективность производства продукции, руб.	–2 879,7	–3 311,7	–3 634,0	–3 676,0	2 313,8	×
Каталонский, схема посадки 5,0 × 3,5 м						
Трудоемкость, чел.-ч	193,7	206,9	246,9	235,4	290,5	1 173,4
Всего затрат, руб.	2 667,5	3 031,2	5 090,6	4 066,2	4 621,0	19 477,2
Урожайность, ц/га	–	–	1,33	1,55	4,45	7,33
Стоимость продукции, руб.	–	–	2 070,9	2 410,9	6 877,3	11 359,1
Совокупная эффективность производства продукции, руб.	–2 667,5	–3 031,2	–3 019,7	–1 655,3	2 255,7	×
Каталонский, схема посадки 5,0 × 3,0 м						
Трудоемкость, чел.-ч	218,2	236,2	270,7	248,7	352,2	1 325,9
Всего затрат, руб.	2 879,7	3 311,7	5 326,8	4 189,0	5 244,8	20 951,9
Урожайность, ц/га	–	–	1,38	1,11	6,79	9,28
Стоимость продукции, руб.	–	–	2 132,7	1 715,5	10 493,6	14 341,8
Совокупная эффективность производства продукции, руб.	–2 879,7	–3 311,7	–3 194,1	–2 473,5	5 248,8	×

или больше на 43,5 % по сравнению с более разреженной схемой посадки. У сорта Каталонский урожайность с единицы площади составляла более 1,0 ц/га: при схеме размещения 5,0 × 3,5 м – 1,33 ц/га, при схеме размещения 5,0 × 3,0 м – 1,38 ц/га, или больше на 3,8 % по сравнению с более разреженной схемой посадки, т. е. в период роста и начала плодоношения урожайность с гектара насаждения увеличивается за счет большего количества деревьев на единице площади.

В 2021 г. (4-й год после посадки) неблагоприятные погодные условия суровой зимы 2020/21 г. и весны (подмерзание большого количества женских и мужских генеративных органов во время цветения, особенно у сорта Барселонский) сказались на снижении урожая даже по сравнению с предыдущим годом. Большая съемная урожайность была получена при более разреженной схеме посадки 5,0 × 3,5 м: у сорта Барселонский – 0,64 ц/га, у сорта Каталонский – 1,55 ц/га, или больше в 3,4 раза и на 39,6 % соответственно, по сравнению с более плотной схемой посадки 5,0 × 3,0 м

В 2022 г. (5-й год после посадки) большая съемная урожайность получена при более плотной схеме посадки 5,0 × 3,0 м за счет большего количества растений на единице площади: у сорта Барселонский – 4,68 ц/га, у сорта Каталонский – 6,79 ц/га, или больше на 29,2 и 52,5 % соответственно, по сравнению со схемой 5,0 × 3,5 м.

Срок вступления молодых садов в плодоношение зависит от многих биологических, природных и организационных факторов. В различных почвенно-климатических зонах и при разных уровнях интенсивности и сортовой структуре насаждений он будет неодинаковым. При изучении экономической эффективности разных типов насаждений очень важно правильно установить год перевода молодых садов в категорию плодоносящих. Наиболее целесообразно переводить молодые сады в категорию плодоносящих на конец года, когда полученный урожай в фактических ценах реализации превышает все затраты текущего года по уходу за молодыми насаждениями. Как показывают данные по совокупной эффективности производства продукции, деревья фундука сортов Барселонский и Каталонский при двух изучаемых в опыте схемах посадки вступили в пору плодоношения на 5-й год после посадки сада.

На основании полученных расчетных данных наших исследований временем вступления растений фундука в пору плодоношения следует считать год получения урожая не менее 0,4 кг с растения. Началом эффективного (товарного) плодоношения необходимо считать срок, когда деревья фундука дают экономически окупаемый урожай не менее 2,3 ц в пересчете на 1 га.

Уменьшение совокупных капитальных затрат по уходу за молодыми насаждениями до перевода их в состав плодоносящих за счет полученного большего урожая при схеме посадки 5,0 × 3,5 м у сортов Барселонский и Каталонский составляет 40,9 и 58,3 % соответственно, при схеме посадки 5,0 × 3,0 м – 44,7 и 68,5 % соответственно.

ВЫВОДЫ

Учет всех затрат позволил выявить менее трудоемкую и капиталоемкую схему посадки 5,0 × 3,5 м, с меньшей плотностью посадки растений на единице площади, по сравнению со схемой 5,0 × 3,0 м – на 12,5 и 7,3 % соответственно. Однако уменьшение капитальных затрат по уходу за молодыми насаждениями до перевода их в состав плодоносящих – на 44,7 (у сорта Барселонский) и 68,5 % (у сорта Каталонский), за счет полученного большего урожая на единице площади, – обеспечивает более плотная схема посадки 5,0 × 3,0 м, с большей плотностью посадки растений на единице площади, по сравнению со схемой 5,0 × 3,5 м.

Деревья фундука сортов Барселонский и Каталонский при двух изучаемых в опыте схемах посадки вступили в пору плодоношения на 5-й год после посадки сада, т. е. полученный урожай в фактических ценах реализации превысил все затраты текущего года по уходу за молодыми насаждениями, и их следует перевести в категорию плодоносящих.

На основании полученных расчетных данных наших исследований временем вступления растений фундука в пору плодоношения следует считать год получения урожая не менее 0,4 кг с растения. Началом эффективного плодоношения следует считать срок, когда деревья фундука дают экономически окупаемый урожай не менее 2,3 ц в пересчете на 1 га.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В сезоне 2021/2022 зафиксировано падение мирового производства орехов на 6 % [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fruit-inform.com/ru/news/188552#.Y6LvXZByUk>. – Дата доступа: 20.12.2022.
2. Список стран по производству фундука [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.atlasbig.com/ru/>. – Дата доступа: 20.12.2022.
3. Экономическое обоснование выращивания фундука [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://batkivsad.com.ua/ru/1309/>. – Дата доступа: 20.12.2022.
4. Ганенко, И. Дайте инвесторам на орехи. Развитие высокорентабельного бизнеса сдерживает низкий уровень господдержки [Электронный ресурс] / И. Ганенко. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/investments/article/29914-dayte-investoram-na-orekhi/>. – Дата доступа: 20.12.2022.
5. Как открыть бизнес по выращиванию фундука [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://newbusiness.su/vyrashchivanie-funduka-biznes.html>. – Дата доступа: 20.12.2022.
6. Гибайло, В. Н. Фундук. Технология выращивания [Электронный ресурс] / В. Н. Гибайло, Н. А. Москаленко // Науч.-исслед. ин-т садоводства им. Л. П. Симиренко, 23.09.2016. – Режим доступа: https://sadco.com.ua/ru/stock/statti_funduk_b/. – Дата доступа: 15.10.2019.
7. Промышленное выращивание фундука [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://asprus.ru/blog/promyshlennoe-vyrashhivanie-funduka/>. – Дата доступа: 15.10.2019.
8. Инновационная технология выращивания фундука в условиях юга и центрального Черноземья / В. Г. Махно [и др.] ; Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Всерос. науч.-исслед. ин-т цветоводства и субтроп. культур. – Белгород : ЛитКараВан, 2014. – 304 с.
9. Егоров, Е. А. Прецизионность в технологиях промышленного плодоводства / Е. А. Егоров // Методологические аспекты создания прецизионных технологий возделывания плодовых культур и винограда : темат. сб. материалов юбилейн. конф. к 75-летию СКЗНИИСиВ, Краснодар, 5–8 сент. 2006 г. / Сев.-Кавк. зон. науч.-исслед. ин-т садоводства и виноградарства ; редкол.: Е. А. Егоров, И. А. Ильина, Э. В. Макарова. – Краснодар, 2006. – Т. 1. – С. 3–13.
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигадло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
11. Шестопись, А. Н. Методические указания по определению экономической эффективности интенсивных садов разных типов / А. Н. Шестопись. – М. : Колос, 1977. – 16 с.

ECONOMIC ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF MAINTENANCE COSTS FOR YOUNG HAZELNUT PLANTS (BEFORE THE FRUITING PERIOD) UNDER VARIOUS PLANTING PATTERNS

I. S. LEONOVICH, L. G. ZELEZNYAK

Summary

The article presents the results of an economic analysis of the cost structure for maintenance of young hazelnut plantations of the Barcelona and Catalan varieties (before they enter a fruiting period), based on a comparison of two placement patterns – 5.0 × 3.5 m (570 plants/ha) and 5.0 × 3.0 m (666 plants/ha).

Accounting for all expenses made it possible to identify a less labour-intensive and capital-intensive planting pattern which is the 5.0 × 3.5 m pattern (with a lower planting density per unit area) – by 12.5 and 7.3 %, respectively, compared with the 5.0 × 3.0 m pattern. However, the use of a denser planting pattern of 5.0 × 3.0 m (with a higher planting density per unit area) reduces the capital costs for the maintenance of young plantations before the plantations became fruit-bearing – by 44.7 (for the Barcelona variety) and 68.5 % (for the Catalan variety), due to the greater yield per unit area, compared to a 5.0 × 3.5 m pattern.

Hazelnut trees of the Barcelona and Catalan varieties, with the two planting patterns studied in the experiment, entered the fructification in the 5th year after planting, when the yield obtained in actual selling prices exceeded all the costs of the current year for maintaining for young plantations.

Keywords: hazelnuts, economic analysis, variety, placement pattern, planting density, labor intensity, capital intensity, yield, total production efficiency, fruiting period, Belarus.

Поступила в редакцию 15.03.2023

РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ФУНДУКА СОРТА КАТАЛОНСКИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В МОЛОДОМ САДУ

И. С. ЛЕОНОВИЧ, Н. Г. КАПИЧНИКОВА, А. В. БУЙМИСТРОВА

*РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследований за 2020–2022 гг., проведенных в промышленном фундучном саду ООО «Вязовецкий сад» Молодечненского района Минской области, целью которых было выделить систему применения удобрений, обеспечивающую оптимизацию параметров роста и развития молодых растений фундука сорта Каталонский в возрастном периоде роста и начала плодоношения.

В молодых насаждениях фундука ежегодно в первые четыре года после посадки необходимо внесение азотных удобрений в дозе 120 кг д. в./га. С пятого года после посадки, а также при слабом росте деревьев или для улучшения фосфорного питания (при минимальной дозе его внесения – 60 кг д. в./га), дозу азотных удобрений необходимо увеличить до 180 кг д. в./га.

Фосфорные и калийные удобрения на молодых плантациях необходимо вносить осенью (или весной) через 2–3 года после основной заправки почвы в дозе: фосфорные – 60–120 кг д. в./га, калийные – 30 кг д. в./га.

Ключевые слова: фундук, минеральные удобрения, доза, рост, площадь поперечного сечения штамба, высота растения, параметры кроны, горизонтальная проекция кроны, урожайность, удельная продуктивность, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Фундук – самая широко распространенная орехоплодная культура. Потребности в фундуке велики из-за целого ряда его достоинств, вкуса плодов и многоцелевого использования.

Исходя из того, что лещина обыкновенная (*Corylus avellana*) в природных условиях растет почти по всей территории нашей страны, есть все основания полагать, что при правильном подходе, т. е. учитывая принципы районирования и применяя современные сорта, а также передовой опыт выращивания в других странах, соседствующих с нами, она может стать одной из промышленных, стратегически важных культур отечественного плодоводства. Необходимы лишь дополнительные исследования и разработка приемов (элементов) технологии возделывания в новых агроклиматических условиях. Увеличение объемов производства орехов позволит удовлетворить потребность республики и даст возможность выпускать продукты переработки для всех групп населения.

Фундук потребляет много питательных веществ из почвы, и поэтому для раннего вступления в плодоношение и получения ежегодных обильных урожаев орехов необходимо обязательно вносить удобрения [1]. Внесение удобрений оптимизирует биометрические параметры растений, повышает урожай и улучшает его качество, в зависимости от фаз развития фундука формирует не только его продукционный потенциал, значительно увеличивая закладку плодовых почек для обеспечения урожая в следующем году, но и экологическую устойчивость к постоянно изменяющимся условиям внешней среды [2–5].

Нельзя слепо вносить любое удобрение, не зная его точного состава, потребности почвы и самого растения. При перекосе питания (когда одного из элементов гораздо больше, чем другого) растение не сможет их усвоить [6]. Получение высокой отдачи от удобрений обуславливается научным подходом к определению видов, доз, сроков и способов внесения удобрений в саду.

По данным ряда исследователей на молодых и полновозрастных плантациях фундука применяют различные дозы органических и минеральных удобрений, при этом фосфорно-калийные удобрения вносят осенью или весной один раз в 2–3 года. Азотные удобрения вносят ежегодно, используя одну часть рассчитанной дозы осенью, а остальную часть – под первое весеннее рыхление до начала вегетации фундука и в качестве подкормок в мае – июле [4, 7–11].

Цель исследований – разработать систему применения удобрений, обеспечивающую оптимизацию параметров роста и развития молодых растений фундука.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в промышленном саду ООО «Вязовецкий сад» Молодечненского района Минской области в 2020–2022 гг.

Сад 2018 и 2019 г. посадки (далее – г. п.), весна. Сорт – Каталонский, схема посадки – $5,0 \times 3,5$ м (570 раст/га) и $5,0 \times 3,0$ м (666 раст/га).

Повторность 3-кратная. На делянке 3–12 учетных деревьев.

Варианты внесения удобрений:

1) фон (контроль) – технология корневого и некорневого внесения азотных удобрений (N_{60}), предусмотренная в хозяйстве;

2) фон + $N_{60}P_{60}K_{30}$;

3) фон + $N_{60}P_{120}K_{30}$;

4) фон + $N_{120}P_{60}K_{30}$;

5) фон + $N_{120}P_{120}K_{30}$.

Азотные удобрения – корневое внесение в 2020 и 2022 г.: $\frac{2}{3}$ рассчитанной дозы под первое весеннее рыхление (апрель), по $\frac{1}{2}$ оставшейся дозы в качестве подкормок в мае и июне.

Фосфорные и калийные удобрения – корневое внесение осенью 2020 г., т. е. через 2 года (в саду 2019 г. п.) и 3 года (в саду 2018 г. п.) после основной заправки почвы (перед посадкой сада), а также азотные удобрения – $\frac{1}{3}$ дозы следующего года.

Азотные удобрения – корневое внесение в 2021 г.: $\frac{1}{3}$ рассчитанной дозы под первое весеннее рыхление (апрель), по $\frac{1}{2}$ оставшейся дозы в качестве подкормок в мае и июне.

Анализ почвенных образцов перед закладкой опытов были проведены в лаборатории почвенно-агрохимических анализов РУП «Институт почвоведения и агрохимии». Почва участка – дерново-палево-подзолистая супесчаная на пылеватых (лессовидных) связных супесях, подстилаемых песками с глубины 0,5–0,8 м (3-й оценочный класс (низкого плодородия), 6-я бонитировочная группа); кислотность рН(KCl) – 6,4 (близкая к нейтральной); содержание (уровень обеспеченности почвы) гумуса – 2,04 % (повышенный); фосфора подв. – 191 мг/кг (высокий); калия подв. – 156 (очень высокий); кальция – 1213 (повышенный); магния – 296 (повышенный); железа подв. – 250,8; меди подв. – 3,3 (высокий); цинка подв. – 5,7 (высокий); марганца подв. – 187,3 (очень высокий); бора – 1,04 мг/кг (очень высокий).

Система содержания почвы: в приствольных полосах в первые два-три года – черный пар, в последующие годы – гербицидный пар (*Баста*, *Алион*), в междурядьях в первые два-три года – черный пар, в последующие годы – искусственное залужение.

Система формирования растений – штамбовая форма с оставлением 4–6 шт. скелетных ветвей.

Исследования проведены согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [12], а также «Методическим указаниям по закладке и проведению опытов с удобрениями в плодовых и ягодных насаждениях» [13]. Статистическая обработка полученных данных проведена методом однофакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В опытах по влиянию системы удобрений на оптимизацию роста и развития молодых растений фундука установлено, что внесение дополнительных доз удобрений оказало влияние на показатели роста его растений.

В саду 2019 г. п. (схема посадки $5,0 \times 3,0$ м) большие значения показателей роста растений сорта Каталонский отмечали в вариантах внесения повышенных доз удобрений с применением $N_{60}P_{60}K_{30}$ и $N_{120}P_{60}K_{30}$: площадь поперечного сечения штамба (ППСШ) растений составила 22,6 и 23,5 см²/раст., или больше на 6,1 и 10,3 %, соответственно, суммарный прирост ППСШ за 3 года составил 15,9 и 16,9 см²/раст., или больше на 3,2 и 9,7 %, соответственно по сравнению с контролем. По биометрическим показателям растений не отмечали достоверных различий во всех вариантах внесения удобрений по сравнению с контролем (табл. 1).

Таблица 1. Показатели роста растений фундука сорта Каталонский при различной системе внесения удобрений, 2020–2022 гг. (сад 2019 г. п.)

Вариант	ППСШ, см ² /раст.	Суммарный прирост ППСШ за 2020–2022 гг., см ² /раст.	Биометрические параметры, м			Площадь горизонтальной проекции кроны, м ² /раст.
			высота дерева	длина кроны	ширина кроны	
Схема посадки 5,0 × 3,0 м						
Контроль	21,3	15,4	1,9	2,1	2,0	3,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	22,6	15,9	1,8	2,1	2,0	3,3
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₃₀	21,8	15,9	1,8	2,0	2,0	3,1
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	23,5	16,9	1,8	2,1	2,0	3,3
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₃₀	19,4	12,3	1,9	2,0	2,0	3,1
НСР _{0,05}	1,13	0,55	–	–	–	–

В саду 2018 г. п. при схеме посадки 5,0 × 3,5 м бóльшие значения ППСШ и суммарного прироста ППСШ отмечали во всех вариантах внесения повышенных доз удобрений – больше на 11,4–25,6 и 9,7–10,2 % соответственно по сравнению с контролем (33,2 и 21,5 см²/раст. соответственно); при схеме посадки 5,0 × 3,0 м в вариантах внесения удобрений N₆₀P₁₂₀K₃₀, N₁₂₀P₆₀K₃₀ и N₁₂₀P₁₂₀K₃₀ – больше на 2,7–5,2 и 1,6–3,8 % соответственно по сравнению с контролем (32,5 и 18,2 см²/раст. соответственно) (табл. 2).

Показатели горизонтальной проекции кроны при схеме посадки 5,0 × 3,5 м были больше во всех вариантах внесения повышенных доз азота и дополнительного внесения фосфорных и калийных удобрений на 3,2 % по сравнению с контролем; при схеме посадки 5,0 × 3,0 м в вариантах N₆₀P₁₂₀K₃₀, N₁₂₀P₆₀K₃₀ и N₁₂₀P₁₂₀K₃₀ – на 7,2–14,5 % по сравнению с контролем.

Таблица 2. Показатели роста растений фундука сорта Каталонский при различной системе внесения удобрений, 2021–2022 гг. (сад 2018 г. п.)

Вариант	ППСШ, см ² /раст.	Суммарный прирост ППСШ за 2021–2022 гг., см ² /раст.	Биометрические параметры, м			Площадь горизонтальной проекции кроны, м ² /раст.
			высота дерева	длина кроны	ширина кроны	
Схема посадки 5,0 × 3,5 м						
Контроль	33,2	21,5	2,3	2,9	2,7	6,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	41,7	23,6	2,2	2,9	2,8	6,3
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₃₀	37,0	23,7	2,2	3,0	2,7	6,3
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	40,0	23,6	2,1	2,9	2,8	6,3
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₃₀	41,6	23,7	2,2	2,9	2,8	6,3
НСР _{0,05}	3,38	1,21	–	–	–	–
Схема посадки 5,0 × 3,0 м						
Контроль	32,5	18,2	2,1	2,8	2,6	5,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	30,5	18,2	2,3	2,6	2,3	4,7
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₃₀	33,4	18,5	2,4	3,0	2,7	6,3
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	34,2	18,9	2,2	2,9	2,6	5,9
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₃₀	34,1	18,2	2,2	3,0	2,7	6,3
НСР _{0,05}	0,79	$F_{\phi} < F_T$	–	–	–	–

Большой урожай с растения и единицы площади был сформирован в вариантах дополнительного внесения удобрений.

В саду 2019 г. п. в 2021 г. (3-й год после посадки) большой урожай с растения и единицы площади отмечали в варианте N₆₀P₁₂₀K₃₀ – 0,037 кг/раст., или 0,25 ц/га. В 2022 г. (4-й год после посадки) большой урожай с растения и единицы площади отмечали в варианте внесения N₁₂₀P₁₂₀K₃₀ – 0,405 кг/раст., или 2,70 ц/га, (табл. 3).

В сумме за 2 года исследований наибольший суммарный урожай был отмечен в вариантах дополнительного внесения удобрений N₁₂₀P₁₂₀K₃₀ и N₆₀P₁₂₀K₃₀ – 2,70 и 2,71 ц/га, или больше на 6,7 и 7,1 %, соответственно по сравнению с контролем.

Таблица 3. Начальная урожайность и удельная продуктивность растений фундука сорта Каталонский при различной системе внесения удобрений, 2021–2022 гг. (сад 2019 г. п.)

Вариант	Урожайность съёмная						Удельная продуктивность	
	кг/раст.			ц/га			ППСШ, г/см ²	площади проекции кроны, г/м ²
	2021	2022	средняя	2021	2022	суммарная		
Контроль	0	0,380	0,190	0	2,53	2,53	18	115
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	0,008	0,265	0,137	0,05	1,76	1,81	12	83
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₃₀	0,037	0,370	0,204	0,25	2,46	2,71	19	131
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	0,021	0,375	0,198	0,14	2,50	2,64	17	120
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₃₀	0	0,405	0,203	0	2,70	2,70	21	130
HCP _{0,05}	0,0158	0,0215	–	0,056	0,091	–	1,2	4,5

Бóльшие показатели удельной нагрузки урожаем молодых растений фундука, что говорит об оптимизации между их ростом и развитием, отмечены в вариантах дополнительного внесения удобрений N₆₀P₁₂₀K₃₀ и N₁₂₀P₁₂₀K₃₀: на единицу ППСШ – 19 и 21 г/см² соответственно, на единицу площади горизонтальной проекции кроны – 131 и 130 г/м² соответственно.

В саду 2018 г. п. в 2020 г. (3-й год после посадки) бóльшая урожайность с растения с достоверной разницей была получена в вариантах внесения азотных удобрений в дозе 60 и 120 кг по д. в. при схемах размещения: 5,0 × 3,5 м – 0,282 и 0,256 кг/раст. соответственно, 5,0 × 3,0 м – 0,173 и 0,317 кг/раст. соответственно. Урожайность с единицы площади составляла более 1,0 ц/га: при схеме размещения 5,0 × 3,5 м – 1,61 и 1,46 ц/га соответственно, при схеме размещения 5,0 × 3,0 м – 1,15 и 2,11 ц/га соответственно, или в среднем больше на 72 и 83 % соответственно, по сравнению с контрольным вариантом (табл. 4).

Таблица 4. Начальная урожайность и удельная продуктивность растений фундука сорта Каталонский при различной системе внесения удобрений, 2020–2022 гг. (сад 2018 г. п.)

Вариант	Урожайность съёмная							
	кг/раст.				ц/га			
	2020	2021	2022	Средняя	2020	2021	2022	Суммарная
Схема посадки 5,0 × 3,5 м								
Контроль	0,166	0,110	0,780	0,352	0,95	0,63	4,45	6,03
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	0,282	0,220	0,770	0,424	1,61	1,25	4,39	7,25
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₃₀	0,282	0,286	0,840	0,469	1,61	1,63	4,79	8,03
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	0,256	0,449	0,850	0,518	1,46	2,56	4,85	8,87
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₃₀	0,256	0,304	0,835	0,465	1,46	1,73	4,76	7,95
HCP _{0,05}	0,0628	0,1761	0,0541	–	0,351	0,362	0,294	–
Схема посадки 5,0 × 3,0 м								
Контроль	0,131	0,189	1,020	0,446	0,87	1,26	6,79	8,92
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	0,173	0,013	0,795	0,327	1,15	0,09	5,29	6,53
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₃₀	0,173	0,308	1,265	0,582	1,15	2,05	8,42	11,62
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	0,317	0,198	1,450	0,655	2,11	1,32	9,66	13,09
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₃₀	0,317	0,123	1,385	0,608	2,11	0,82	9,22	12,15
HCP _{0,05}	0,0216	0,0911	0,2365	–	0,128	0,646	1,163	–

В 2021 г. (4-й год после посадки) бóльшая урожайность с растения, следовательно, и единицы площади, была получена при схеме посадки 5,0 × 3,5 м во всех вариантах внесения удобрений – 1,25–2,56 ц/га, или больше в 2,0–4,1 раза, по сравнению с контрольным вариантом (0,63 ц/га); при схеме посадки 5,0 × 3,0 м в вариантах N₁₂₀P₆₀K₃₀ и N₆₀P₁₂₀K₃₀ – 1,32 и 2,05 ц/га, или больше на 4,7–62,6 %, соответственно по сравнению с контрольным вариантом (1,26 ц/га).

В 2022 г. (5-й год после посадки) бóльшую урожайность отмечали в вариантах внесения повышенных доз удобрений в вариантах N₆₀P₁₂₀K₃₀, N₁₂₀P₆₀K₃₀ и N₁₂₀P₁₂₀K₃₀ – 4,76–4,85 ц/га (5,0 × 3,5 м) и 8,42–9,66 ц/га (5,0 × 3,0 м).

Большая суммарная урожайность за 3 года исследований при двух схемах размещения ($5,0 \times 3,5$ и $5,0 \times 3,0$ м) была получена в варианте внесения повышенных доз удобрений $N_{120}P_{60}K_{30}$ – 8,87 и 13,09 ц/га, или больше на 47,0 и 46,7 %, соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

Большие показатели удельной нагрузки урожаем молодых растений фундука, что говорит об оптимизации между их ростом и развитием, при двух схемах посадки отмечены в варианте внесения $N_{120}P_{60}K_{30}$ на единицу ППСШ – 39 и 57 г/см², или больше на 21,8 и 39,0 %, соответственно по сравнению с контрольным вариантом, на единицу площади горизонтальной проекции кроны – 247 и 333 г/м², или больше на 42,7 и 36,4 %, соответственно по сравнению с контрольным вариантом (табл. 5).

Таблица 5. Удельная продуктивность растений фундука при различной системе внесения удобрений, 2020–2022 гг. (сад 2018 г. п.)

Вариант	Удельная нагрузка урожаем на единицу			
	ППСШ, г/см ²	площади горизонтальной проекции кроны, г/м ²	ППСШ, г/см ²	площади горизонтальной проекции кроны, г/м ²
	Схема посадки $5,0 \times 3,5$ м		Схема посадки $5,0 \times 3,0$ м	
Контроль	32	173	41	244
$N_{60}P_{60}K_{30}$	31	202	32	209
$N_{60}P_{120}K_{30}$	38	223	52	277
$N_{120}P_{60}K_{30}$	39	247	57	333
$N_{120}P_{120}K_{30}$	34	221	24	290
НСР _{0,05}	3,6	5,1	2,9	3,3

Таким образом, в первые четыре года после посадки сада фундука необходимо ежегодно вносить азотные удобрения в дозе 120 кг д. в./га; с пятого года после посадки, а также при слабом росте деревьев, дозу внесения необходимо увеличить до 180 кг д. в./га.

Необходимо учесть, что определяющая роль в целях ускорения вступления насаждения в пору эффективного плодоношения принадлежит фосфору. Поэтому в первые годы после посадки доза вносимых фосфорных удобрений, с учетом содержания в почве и листьях, должна составлять от 60 до 120 кг д. в./га. Улучшения фосфорного питания (при минимальной вносимой дозе удобрения 60 кг д. в./га) можно добиться внесением в почву азотных удобрений – дозу внесения необходимо увеличить до 180 кг д. в./га. Добытые нами сведения согласуются с данными, полученными ранее другими учеными на плодовых культурах [15].

ВЫВОДЫ

Внесение дополнительных доз удобрений оказало влияние на показатели роста растений фундука. Большие значения показателей роста растений в саду 2019 г. п. отмечали в вариантах внесения $N_{60}P_{60}K_{30}$ и $N_{120}P_{60}K_{30}$, где ППСШ растений составила 22,6 и 23,5 см²/раст., или больше на 6,1 и 10,3 %, соответственно, суммарный прирост ППСШ за 3 года составил 15,9 и 16,9 см²/раст., или больше на 3,2 и 9,7 %, соответственно по сравнению с контролем.

Большие значения показателей роста растений в саду 2018 г. п. отмечали во всех вариантах внесения повышенных доз удобрений: при схеме посадки $5,0 \times 3,5$ м – ППСШ и суммарный прирост ППСШ больше на 11,4–25,6 и 9,7–10,2 % соответственно, горизонтальная проекция кроны – на 3,2 % по сравнению с контролем; при схеме посадки $5,0 \times 3,0$ м в вариантах внесения удобрений $N_{60}P_{120}K_{30}$, $N_{120}P_{60}K_{30}$ и $N_{120}P_{120}K_{30}$ – ППСШ и суммарный прирост ППСШ больше на 2,7–5,2 и 1,6–3,8 % соответственно, горизонтальная проекция кроны – на 7,2–14,5 % по сравнению с контролем.

Проведенный учет сформировавшейся завязи показал, что больший урожай с растения и единицы площади был сформирован в вариантах дополнительного внесения удобрений.

Наибольший суммарный урожай в сумме за 2 года исследований в саду 2019 г. п. был отмечен в вариантах дополнительного внесения удобрений $N_{120}P_{120}K_{30}$ и $N_{60}P_{120}K_{30}$ – 2,70 и 2,71 ц/га, или больше на 6,7 и 7,1 %, соответственно по сравнению с контролем.

Большая суммарная урожайность за 3 года исследований в саду 2018 г. п. была получена в варианте внесения повышенных доз удобрений $N_{120}P_{60}K_{30}$ при двух схемах размещения ($5,0 \times 3,5$ и $5,0 \times 3,0$ м) – 8,87 и 13,09 ц/га, или больше на 47,0 и 46,7 %, соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

Бóльшие показатели удельной нагрузки урожаем молодых растений фундука, что говорит об оптимизации между их ростом и развитием, в саду 2019 г. п. отмечены в вариантах дополнительного внесения удобрений $N_{60}P_{120}K_{30}$ и $N_{120}P_{120}K_{30}$: на единицу ППСШ – 19 и 21 г/см² соответственно, на единицу площади горизонтальной проекции кроны – 131 и 130 г/м² соответственно; в саду 2018 г. п. в варианте внесения $N_{120}P_{60}K_{30}$: на единицу ППСШ – 39 и 57 г/см², или больше на 21,8 и 39,0 %, соответственно по сравнению с контрольным вариантом, на единицу площади горизонтальной проекции кроны – 247 и 333 г/м², или больше на 42,7 и 36,4 %, соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

В первые четыре года после посадки ежегодно в молодые насаждения фундука необходимо вносить азотные удобрения в дозе 120 кг д. в./га: $\frac{1}{3}$ рассчитанной дозы под первое весеннее рыхление (апрель), по $\frac{1}{2}$ оставшейся дозы в качестве подкормок в мае и июне. С пятого года после посадки, а также при слабом росте деревьев или для улучшения фосфорного питания, дозу азотных удобрений необходимо увеличить до 180 кг д. в./га.

Фосфорные и калийные удобрения на молодых плантациях необходимо вносить осенью (или весной) через 2–3 года после основной заправки почвы в дозе: фосфорные – 60–120 кг д. в./га, калийные – 30 кг д. в./га.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гибайло, В. Н. Фундук. Технология выращивания [Электронный ресурс] / В. Н. Гибайло, Н. А. Москаленко // Науч.-исслед ин-т садоводства им. Л. П. Симиренко, 23.09.2016. – Режим доступа: https://sadco.com.ua/ru/stock/statti_funduk_b/. – Дата доступа: 15.10.2019.
2. Технология возделывания фундука на юге СССР : рекомендации / В. В. Воронцов [и др.] // Науч.-произв. об-ние по пром. цветоводству и гор. садоводству. – Сочи : Совет. Кубань, 1981. – 83 с.
3. Беседина, Т. Д. Диагностика минерального питания фундука как метод управления продуктивностью культуры / Т. Д. Беседина // Субтропическое садоводство России и основные направления научного обеспечения его развития до 2010 года : материалы науч.-практ. конф., Сочи, 20–24 сент. 2004 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т цветоводства и субтроп. культур. – Сочи, 2004. – С. 19–24.
4. Беседина, Т. Д. Агрэкологические критерии возделывания фундука во влажных субтропиках России / Т. Д. Беседина, Ц. В. Тутберидзе // Научные труды СКФНЦСВВ : сб. науч. тр. / Сев.-Кавк. федер. науч. центр садоводства, виноградарства, виноделия ; редкол.: Е. А. Егоров (гл. ред.) [и др.]. – Краснодар, 2019. – Т. 25. – С. 104–113.
5. Технологическая карта выращивания фундука [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://batkivsad.com.ua/ru/agrotekhnika/tehnologicheskaya-karta-vyrashchivaniya-funduka-2-186/>. – Дата доступа: 03.10.2019.
6. Беседина, Т. Д. Оптимизация минерального питания фундука при штамбовой формировке / Т. Д. Беседина, В. К. Козин // Устойчивое развитие горных территорий: проблемы регионального сотрудничества и региональной политики горных районов : тез. докл. IV Междунар. конф., Владикавказ, 23–26 сент. 2001 г. / М-во природ. ресурсов РФ, Рос. акад. наук, Департамент природ. ресурсов по юж. региону правительство РСО-Алания [и др.]. – Владикавказ, 2001. – С. 618–619.
7. Колесников, В. А. Частное плодоводство / В. А. Колесников. – М. : Колос, 1973. – 465 с.
8. Копалиани, Р. Ш. Применение органо-минеральных удобрений в молодом саду фундука / Р. Ш. Копалиани, Н. Н. Келенджеридзе, Н. К. Келенджеридзе // Изв. аграр. науки : Агрономия и Агрэкология. – 2010. – Т. 8, № 3. – С. 82–83.
9. Инновационная технология выращивания фундука в условиях юга и центрального Черноземья / В. Г. Махно [и др.] ; Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Всерос. науч.-исслед. ин-т цветоводства и субтроп. культур. – Белгород : ЛитКараВан, 2014. – 304 с.
10. Лещина (орешник): выращивание, посадка и уход, обрезка и сорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://floristics.info/ru/stati/sad/3577-leshchina-oreshnik-vyrashchivanie-posadka-i-ukhod-obrezka-i-sorta.html>. – Дата доступа: 03.10.2019.
11. Удобрение и орошение фундукового сада [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://orehovod.com/articles/57-udobrenie-i-oroshenie-fundukovogo-sada.html>. – Дата доступа: 15.05.2020.

12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигадло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

13. Методические указания по закладке и проведению опытов с удобрениями в плодовых и ягодных насаждениях / Всесоюз. произв.-науч. об-ние по агрохим. обслуж. сел. хоз-ва «Союзсельхозхимия», Центр. ин-т сельхозхимии, Центр. ин-т агрохим. обслуживания сел. хоз-ва. – М. : ЦИНАО, 1981. – 39 с.

14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1979. – 416 с.

15. Кондаков, А. К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур / А. К. Кондаков. – Мичуринск : Изд. дом «Мичуринск», 2006. – 254 с.

GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS OF THE CATALAN HAZELNUT VARIETY WHEN APPLYING MINERAL FERTILIZERS IN A YOUNG GARDEN

I. S. LEONOVICH, N. G. KAPICHNIKOVA, A. V. BUIMISTROVA

Summary

The article presents the results of studies carried out in 2020–2022 in the commercial hazelnut garden of Vyazovetsky Sad LLC, Molodechno district, Minsk region. The research was aimed at identification of a fertilizer application system that optimizes the growth and development indicators of young plants of the Catalan hazelnut variety in the age periods of growth and beginning of fruiting.

Application of nitrogen fertilizers at a dose of 120 kg of a.i./ha is required in young hazelnut plantations on an annual basis for the first four years after planting. Since the fifth year after planting as well as with weak tree growth or with the aim to improve phosphorus nutrition (with a minimum dose of its application – 60 kg a.i./ha), the dose of nitrogen fertilizers must be increased to 180 kg a.i./ha.

Phosphorus and potash fertilizers on young plantations should be applied in autumn (or spring) 2–3 years after the basic soil preparation is made at a dose of: phosphorus – 60–120 kg a.i./ha, potash – 30 kg a.i./ha.

Keywords: hazelnuts, mineral fertilizers, dose, growth, trunk cross-sectional area, plant height, crown parameters, horizontal crown projection, yield, unit productivity, Belarus.

Поступила в редакцию 05.04.2023

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В МОЛОДЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ФУНДУКА

И. С. ЛЕОНОВИЧ, Л. Г. ЗЕЛЕЗНЯК

*РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты за 2020–2022 гг. сравнительной экономической оценки пяти вариантов применения различных доз минеральных удобрений в молодых промышленных насаждениях фундука 2018 и 2019 г. посадки (далее – г. п.) ООО «Вязовецкий сад» Молодечненского района Минской области.

Из исследуемых вариантов в саду 2019 г. п. более эффективным с экономической точки зрения оказался вариант дополнительного внесения удобрений $N_{60}P_{120}K_{30}$, в котором все экономические показатели превосходили таковые в других вариантах, а полученная дополнительная выручка в среднем по сортам составила 2,26 руб. на 1 руб. дополнительных капитальных затрат; в саду 2018 г. п. более эффективными оказались варианты дополнительного внесения удобрений $N_{60}P_{120}K_{30}$ и $N_{120}P_{60}K_{30}$, в которых полученная дополнительная выручка в среднем по сортам составила 10,80 и 14,25 руб. соответственно на 1 руб. дополнительных капитальных затрат.

Ключевые слова: фундук, минеральные удобрения, доза, азот, фосфор, калий, молодые насаждения, экономическая оценка, дополнительные затраты, урожайность, дополнительная выручка, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Экономическая эффективность культуры фундука, основными критериями которой являются снижение себестоимости продукции, рост прибыли, увеличение производительности труда, свидетельствует о целесообразности развития ее возделывания. В странах, занимающихся выращиванием фундука, считают эту культуру выгодной прежде всего потому, что получение прибыли обеспечивается и при низких производственных затратах. Считают также, что покрытие финансовых затрат на закладку плантаций происходит сравнительно быстро, так как насаждения фундука достигают полной продуктивности уже через 8–10 лет [1].

Рост и развитие плодовых растений, в том числе и фундука, обеспечивается естественным плодородием почвы и приемами агротехники, регулированием силы роста и плодоношения, обрезкой деревьев, защитой от вредителей и болезней, правильным содержанием почвы в садах, внесением органических и минеральных удобрений.

Получение высокой отдачи от удобрений обуславливается научным подходом к определению видов, доз, сроков и способов внесения удобрений в саду.

Фундук потребляет много питательных веществ из почвы, и поэтому для раннего вступления в плодоношение и получения ежегодно обильного урожая орехов необходимо обязательно вносить удобрения [2].

По данным ряда научно-исследовательских институтов в различных странах, из испытанных на молодых плантациях фундука доз удобрений на различных типах почв и в зависимости от фаз развития фундука формируется не только его продукционный потенциал, но и экологическая устойчивость к изменяющимся условиям внешней среды [3–7].

В настоящее время в нашей республике отсутствует определенная научная база промышленного возделывания фундука и научно обоснованные рекомендации по выращиванию фундучных насаждений в соответствии с присущими им агроэкологическими ресурсами, а разработка элементов технологии его возделывания в будущем позволит нам не завозить плоды фундука, а с выгодой самим производить высококачественную конкурентоспособную продукцию (орехи).

Увеличение затрат на проведение агротехнических мероприятий целесообразно только в том случае, если это ведет к такому росту урожайности, при котором в расчете на единицу продукции издержки производства снижаются. Таким образом, дополнительные затраты на новые агро-

приемы должны давать больший прирост выхода продукции, чем основные, и иметь более высокие показатели экономической эффективности [8].

Цель исследований – провести сравнительную экономическую оценку вариантов применения различных доз минеральных удобрений в молодых насаждениях фундука (до перевода их в состав плодоносящих).

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в промышленном саду ООО «Вязовецкий сад» Молодечненского района Минской области в 2020–2022 гг.

Сад 2019 г. п. (весна). Сорта – Косфорд, Каталонский; схема посадки – 5,0 × 3,0 м (666 раст/га).

Сад 2018 г. п. (весна). Сорта – Барселонский, Каталонский; схемы посадки: 5,0 × 3,5 м (570 раст/га) – Барселонский, Каталонский; 5,0 × 3,0 м (666 раст/га) – Каталонский.

Повторность 3-кратная. На делянке 3–12 учетных деревьев.

Варианты внесения удобрений:

1) фон (контроль) – технология корневого и некорневого внесения азотных удобрений (N_{60}), предусмотренная в хозяйстве;

2) фон + $N_{60}P_{60}K_{30}$;

3) фон + $N_{60}P_{120}K_{30}$;

4) фон + $N_{120}P_{60}K_{30}$;

5) фон + $N_{120}P_{120}K_{30}$.

Внесение азотных удобрений в 2020 г.: корневое внесение $\frac{2}{3}$ рассчитанной дозы под первое весеннее рыхление (апрель), по $\frac{1}{2}$ оставшейся дозы в качестве подкормок в мае и июне. Фосфорные и калийные удобрения – внесение осенью 2020 г., т. е. через 2 года (в саду 2019 г. п.) и 3 года (в саду 2018 г. п.) после основной заправки почвы (перед посадкой сада), а также азотные удобрения – $\frac{1}{3}$ дозы следующего года.

Внесение азотных удобрений в 2021 г.: корневое внесение $\frac{1}{3}$ рассчитанной дозы под первое весеннее рыхление (апрель), по $\frac{1}{2}$ оставшейся дозы в качестве подкормок в мае и июне.

Внесение азотных удобрений в 2022 г.: корневое внесение $\frac{2}{3}$ рассчитанной дозы под первое весеннее рыхление (апрель), по $\frac{1}{2}$ оставшейся дозы в качестве подкормок в мае и июне.

Система содержания почвы: в приствольных полосах в первые два-три года – черный пар, в последующие годы – гербицидный пар (*Баста*, *Алион*), в междурядьях в первые два-три года – черный пар, в последующие годы – искусственное залужение.

Система формирования растений – штамбовая форма с оставлением 4–6 шт. скелетных ветвей.

Исследования проведены согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [9], а также «Методическим указаниям по закладке и проведению опытов с удобрениями в плодовых и ягодных насаждениях» [10]. Статистическая обработка полученных данных проведена методом однофакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [11].

Экономическую эффективность применения различных доз минеральных удобрений в молодом саду фундука определяли согласно «Методическим рекомендациям по расчету экономической эффективности агротехнических мероприятий в садоводстве» [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основная задача при внесении удобрений в молодые насаждения – обеспечить быстрое нарастание кроны и скорое начало плодоношения, чтобы сад стал рентабельным и позволил быстро вернуть с прибылью затраченные средства. Большое значение при этом имеет оптимальное питание растений.

Проведенные исследования показали, что больший урожай с растения и единицы площади был сформирован у сортов в вариантах дополнительного внесения удобрений.

В саду 2019 г. п. в 2021 г. (на 3-й год после посадки) больший урожай с единицы площади отмечали в варианте $N_{60}P_{120}K_{30}$: у сорта Каталонский – 0,25 ц/га, у сорта Косфорд – 0,46 ц/га (табл. 1).

В 2022 г. (на 4-й год после посадки) большой урожай с единицы площади отмечали в варианте внесения $N_{120}P_{120}K_{30}$: у сорта Каталонский – 2,70 ц/га, у сорта Косфорд – 1,27 ц/га.

В сумме за 2 года исследований наибольший суммарный урожай был получен у сорта Каталонский в вариантах дополнительного внесения удобрений $N_{120}P_{120}K_{30}$ и $N_{60}P_{120}K_{30}$ – 2,70 и 2,71 ц/га соответственно, что больше на 6,7 и 7,1 % соответственно по сравнению с контролем; у сорта Косфорд в варианте $N_{60}P_{120}K_{30}$ – 1,54 ц/га, что на 58,7 % больше по сравнению с контролем.

Таблица 1. Начальная урожайность растений фундука при различной системе внесения удобрений, 2021–2022 гг. (сад 2019 г. п.)

Вариант	Урожайность съемная, ц/га					
	Каталонский			Косфорд		
	2021 г.	2022 г.	суммарная	2021 г.	2022 г.	суммарная
Контроль	0	2,53	2,53	0,13	0,84	0,97
$N_{60}P_{60}K_{30}$	0,05	1,76	1,81	0,04	1,20	1,24
$N_{60}P_{120}K_{30}$	0,25	2,46	2,71	0,46	1,08	1,54
$N_{120}P_{60}K_{30}$	0,14	2,50	2,64	0	0,77	0,77
$N_{120}P_{120}K_{30}$	0	2,70	2,70	0,02	1,27	1,29
$HCP_{0,05}$	0,056	0,091	–	0,094	0,106	–

В саду 2018 г. п. в 2020 г. (на 3-й год после посадки) у сорта Барселонский достоверных различий по урожайности между вариантами внесения удобрений не отмечали. У сорта Каталонский в вариантах применения повышенных доз азота урожайность с единицы площади составляла более 1,0 ц/га: при схеме размещения $5,0 \times 3,5$ м – 1,61 и 1,46 ц/га, при схеме размещения $5,0 \times 3,0$ м – 1,15 и 2,11 ц/га, или больше в среднем на 72 и 83 % соответственно, по сравнению с контрольным вариантом (табл. 2).

Таблица 2. Начальная урожайность растений фундука при различной системе внесения удобрений, 2020–2022 гг. (сад 2018 г. п.)

Год	Урожайность съемная, ц/га					
	Варианты					
	Контроль	$N_{60}P_{60}K_{30}$	$N_{60}P_{120}K_{30}$	$N_{120}P_{60}K_{30}$	$N_{120}P_{120}K_{30}$	$HCP_{0,05}$
Схема посадки $5,0 \times 3,5$ м						
Барселонский						
2020	0,68	0,62	0,62	0,78	0,78	$F_{\Phi} < F_T$
2021	0,70	0,14	1,39	0,83	0,19	0,612
2022	3,62	3,36	3,67	5,10	5,00	0,938
Суммарная	5,00	4,12	5,68	6,71	5,97	
Каталонский						
2020	0,95	1,61	1,61	1,46	1,46	0,351
2021	0,63	1,25	1,63	2,56	1,73	0,362
2022	4,45	4,39	4,79	4,85	4,76	0,294
Суммарная	6,03	7,25	8,03	8,87	7,95	
Схема посадки $5,0 \times 3,0$ м						
Каталонский						
2020	0,87	1,15	1,15	2,11	2,11	0,128
2021	1,26	0,09	2,05	1,32	0,82	0,646
2022	6,79	5,29	8,42	9,66	9,22	1,163
Суммарная	8,92	6,53	11,62	13,09	12,15	

В 2021 г. (на 4-й год после посадки) большая урожайность с единицы площади была получена в вариантах с внесением дополнительных доз удобрений: при схеме посадки $5,0 \times 3,5$ м у сорта

Барселонский в вариантах $N_{120}P_{60}K_{30}$ и $N_{60}P_{120}K_{30}$ – 0,83 и 1,39 ц/га, или больше на 18,5 и 98,5 %, соответственно по сравнению с контрольным вариантом (0,70 ц/га), у сорта Каталонский во всех вариантах внесения удобрений – 1,25–2,56 ц/га, или больше в 2,0–4,1 раза, по сравнению с контрольным вариантом (0,63 ц/га); при схеме посадки 5,0 × 3,0 м у сорта Каталонский в вариантах $N_{120}P_{60}K_{30}$ и $N_{60}P_{120}K_{30}$ получена урожайность 1,32 и 2,05 ц/га, или больше на 4,7 и 62,6 %, соответственно по сравнению с контрольным вариантом (1,26 ц/га).

В 2022 г. (на 5-й год после посадки) бóльшую урожайность отмечали в вариантах внесения повышенных доз удобрений: у сорта Барселонский в вариантах $N_{120}P_{120}K_{30}$ и $N_{120}P_{60}K_{30}$ – 5,00 и 5,10 ц/га соответственно, у сорта Каталонский в вариантах $N_{60}P_{120}K_{30}$, $N_{120}P_{60}K_{30}$ и $N_{120}P_{120}K_{30}$ – 4,76–4,85 ц/га (5,0 × 3,5 м) и 8,42–9,66 ц/га (5,0 × 3,0 м).

Однако бóльшая суммарная урожайность за 3 года исследований была получена в варианте внесения повышенных доз удобрений $N_{120}P_{60}K_{30}$: у сорта Барселонский – 6,71 ц/га, или больше на 34,2 %, у сорта Каталонский – 8,87 (5,0 × 3,5 м) и 13,09 ц/га (5,0 × 3,0 м), или больше на 47,0 и 46,7 % соответственно, по сравнению с контрольным вариантом.

Мы провели сравнительную экономическую оценку вариантов внесения различных доз минеральных удобрений в молодом саду фундука по эффективности дополнительных капитальных затрат (по отношению к контрольному варианту), определяемую по выходу продукции на 1 руб. этих затрат. Экономическая эффективность применения дополнительных доз минеральных удобрений оказалась высокой.

В саду 2019 г. п. у двух изучаемых в опыте сортов из исследуемых вариантов более эффективным оказался вариант применения удобрений дополнительно к фону (контролю) в дозах $N_{60}P_{120}K_{30}$, в котором все экономические показатели превосходили таковые в других вариантах, а полученная дополнительная выручка в среднем по сортам составила 2,26 руб. на 1 руб. дополнительных капитальных затрат (табл. 3).

Таблица 3. Экономические показатели внесения дополнительных доз минеральных удобрений в молодом саду фундука, 2020–2022 гг. (сад 2019 г. п.)

Показатель	Варианты			
	$N_{60}P_{60}K_{30}$	$N_{60}P_{120}K_{30}$	$N_{120}P_{60}K_{30}$	$N_{120}P_{120}K_{30}$
Дополнительные капитальные затраты на 1 га, руб.	261,13	323,75	397,63	451,50
Каталонский				
Дополнительная продукция с 1 га, ц	–	0,18	0,11	0,17
Дополнительная продукция с 1 га, руб.	–	351,0	214,5	331,5
Выход продукции на 1 руб. дополнительных капитальных затрат, руб.	–	1,08	0,54	0,73
Косфорд				
Дополнительная продукция с 1 га, ц	0,27	0,57	–	0,32
Дополнительная продукция с 1 га, руб.	526,5	1 111,5	–	624,0
Выход продукции на 1 руб. дополнительных капитальных затрат, руб.	2,02	3,43	–	1,38
Среднее по сортам				
Дополнительная выручка на 1 руб. дополнительных капитальных затрат, руб.	1,01	2,26	0,27	1,06

В саду 2018 г. п. по более высоким показателям получения дополнительной продукции и выхода продукции на 1 руб. дополнительных капитальных затрат выделились варианты применения удобрений дополнительно к фону (контролю) в дозах $N_{60}P_{120}K_{30}$, $N_{120}P_{60}K_{30}$ и $N_{120}P_{120}K_{30}$ (табл. 4).

Однако более эффективными оказались варианты $N_{60}P_{120}K_{30}$ и $N_{120}P_{60}K_{30}$, в которых полученная дополнительная выручка в среднем по сортам составила 10,80 и 14,25 руб. соответственно на 1 руб. дополнительных капитальных затрат.

Таким образом, в первые четыре года после посадки ежегодно в насаждениях фундука необходимо внесение азотных удобрений в дозе 120 кг д. в./га; с пятого года после посадки, а также при слабом росте деревьев или для улучшения фосфорного питания дозу внесения увеличивают до 180 кг д. в./га.

Таблица 4. Экономические показатели внесения дополнительных доз минеральных удобрений в молодом саду фундука, 2020–2022 гг. (сад 2018 г. п.)

Показатель	Варианты			
	N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₃₀	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₃₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₃₀
Дополнительные капитальные затраты на 1 га, руб.	261,13	323,75	397,63	451,50
Барселонский, схема посадки 5,0 × 3,5 м				
Дополнительная продукция с 1 га, ц	–	0,68	1,71	0,97
Дополнительная продукция с 1 га, руб.	–	1 326,0	3 334,5	1 891,5
Выход продукции на 1 руб. дополнительных капитальных затрат, руб.	–	4,10	8,39	4,19
Каталонский, схема посадки 5,0 × 3,5 м				
Дополнительная продукция с 1 га, ц	1,22	2,00	2,84	1,92
Дополнительная продукция с 1 га, руб.	2 379,0	3 900,0	5 538,0	3 744,0
Выход продукции на 1 руб. дополнительных капитальных затрат, руб.	9,11	12,05	13,93	8,29
Каталонский, схема посадки 5,0 × 3,0 м				
Дополнительная продукция с 1 га, ц	–	2,70	4,17	3,23
Дополнительная продукция с 1 га, руб.	–	5 265,0	8 131,5	6 298,5
Выход продукции на 1 руб. дополнительных капитальных затрат, руб.	–	16,26	20,45	13,95
<i>Среднее по сортам</i>				
Дополнительная выручка на 1 руб. дополнительных капитальных затрат, руб.	3,04	10,80	14,25	8,81

ВЫВОДЫ

В саду 2019 г. п. в сумме за 2 года исследований наибольший суммарный урожай был отмечен у сорта Каталонский в вариантах дополнительного внесения удобрений N₁₂₀P₁₂₀K₃₀ и N₆₀P₁₂₀K₃₀ – 2,70 и 2,71 ц/га соответственно, что больше на 6,7 и 7,1 % соответственно по сравнению с контролем; у сорта Косфорд в варианте N₆₀P₁₂₀K₃₀ – 1,54 ц/га, что на 58,7 % больше по сравнению с контролем.

Более эффективным с экономической точки зрения оказался вариант дополнительного внесения удобрений N₆₀P₁₂₀K₃₀, в котором все экономические показатели превосходили таковые в других вариантах, а полученная дополнительная выручка в среднем по сортам составила 2,26 руб. на 1 руб. дополнительных капитальных затрат.

В саду 2018 г. п. большая суммарная урожайность за 3 года исследований была получена в варианте внесения повышенных доз удобрений N₁₂₀P₆₀K₃₀: у сорта Барселонский – 6,71 ц/га, или больше на 34,2 %, у сорта Каталонский – 8,87 (5,0 × 3,5 м) и 13,09 ц/га (5,0 × 3,0 м), или больше на 47,0 и 46,7 % соответственно, по сравнению с контрольным вариантом.

Более эффективными по экономическим показателям оказались варианты дополнительного внесения удобрений N₆₀P₁₂₀K₃₀ и N₁₂₀P₆₀K₃₀, в которых полученная дополнительная выручка в среднем по сортам составила 10,80 и 14,25 руб. соответственно на 1 руб. дополнительных капитальных затрат.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Возделывание фундука на территории СССР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.activestudy.info/vozdelyvanie-funduka-na-territorii-sssr/>. – Дата доступа: 15.10.2019.
2. Гибайло, В. Н. Фундук. Технология выращивания [Электронный ресурс] / В. Н. Гибайло, Н. А. Москаленко // Науч.-исслед ин-т садоводства им. Л. П. Симиренко, 23.09.2016. – Режим доступа: https://sadco.com.ua/ru/stock/statti_funduk_b/. – Дата доступа: 15.10.2019.
3. Колесников, В. А. Частное плодоводство / В. А. Колесников. – М. : Колос, 1973. – 465 с.
4. Беседина, Т. Д. Оптимизация минерального питания фундука при штамбовой формировке / Т. Д. Беседина, В. К. Козин // Устойчивое развитие горных территорий: проблемы регионального сотрудничества и региональной политики горных районов : тез. докл. IV Междунар. конф., Владикавказ, 23–26 сент. 2001 г. / М-во природ. ресурсов РФ, Рос. акад. наук, Департамент природ. ресурсов по юж. региону правительство РСО-Алания [и др.]. – Владикавказ, 2001. – С. 618–619.

5. Копалиани, Р. Ш. Применение органо-минеральных удобрений в молодом саду фундука / Р. Ш. Копалиани, Н. Н. Келенджеридзе, Н. К. Келенджеридзе // Изв. аграр. науки : Агрономия и Агрэкология. – 2010. – Т. 8, № 3. – С. 82–83.

6. Инновационная технология выращивания фундука в условиях юга и центрального Черноземья / В. Г. Махно [и др.] ; Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Всерос. науч.-исслед. ин-т цветоводства и субтроп. культур. – Белгород : ЛитКараВан, 2014. – 304 с.

7. Беседина, Т. Д. Агрэкологические критерии возделывания фундука во влажных субтропиках России / Т. Д. Беседина, Ц. В. Тутберидзе // Научные труды СКФНЦСВВ : сб. науч. тр. / Сев.-Кавк. федер. науч. центр садоводства, виноградарства, виноделия ; редкол.: Е. А. Егоров (гл. ред.) [и др.]. – Краснодар, 2019. – Т. 25. – С. 104–113.

8. Стешко, И. Е. Методические рекомендации по расчету экономической эффективности агротехнических мероприятий в садоводстве / И. Е. Стешко ; Укр. науч.-исслед. ин-т орошаемого садоводства. – Мелитополь : Коммунар, 1983. – 59 с.

9. Програма и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигадло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

10. Методические указания по закладке и проведению опытов с удобрениями в плодовых и ягодных насаждениях / Всесоюз. произв.-науч. об-ние по агрохим. обслуж. сел. хоз-ва «Союзсельхозхимия», Центр. ин-т сельхозхимии, Центр. ин-т агрохим. обслуживания сел. хоз-ва. – М. : ЦИНАО, 1981. – 39 с.

11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1979. – 416 с.

COMPARATIVE ECONOMIC ASSESSMENT OF APPLICATION OF DIFFERENT DOSES OF MINERAL FERTILIZERS IN YOUNG HAZELNUT PLANTATIONS

I. S. LEONOVICH, L. G. ZELEZNYAK

Summary

In the present article the results of the comparative economic assessment of five application options of various doses of mineral fertilizers in young commercial plantings of hazelnuts of 2018 and 2019 years of planting (hereinafter referred to as y. p.) of Vyazovetsky Sad LLC, Molodechno district, Minsk region for the period of 2020–2022 are submitted.

Among the options examined in the garden of 2019 y. p., additional application of $N_{60}P_{120}K_{30}$ fertilizers turned out to be more cost-effective, while all the economic indicators exceeded those in other options, and the additional revenue received on average for varieties amounted to 2.26 rubles for 1 ruble of additional capital costs; in the garden of 2018 y. p. additional application of $N_{60}P_{120}K_{30}$ and $N_{120}P_{60}K_{30}$ fertilizers turned out to be more cost-effective, while the additional revenue received on average for varieties amounted to 10.80 and 14.25 rubles, respectively, for 1 ruble of additional capital costs.

Keywords: hazelnuts, mineral fertilizers, dose, nitrogen, phosphorus, potassium, young plantations, economic assessment, additional capital costs, yield, additional revenue, Belarus.

Поступила в редакцию 05.04.2023

ГАСПАДАРЧАЯ КАШТОЎНАСЦЬ ГІБРЫДАЎ ФУНДУКУ СЕЛЕКЦЫІ Я. Б. КВАЧА

В. В. ВАСЕХА, М. М. БАРЫСЕНКА, К. А. ЧАРНАВОКАЯ, В. А. МАЦВЕЕЎ

РУП «Інстытут пладаводства»,
вул. Кавалёва 2, аг. Самахвалавічы, Мінскі раён, 223013, Беларусь,
e-mail: witalij_waseha@tut.by

АНАТАЦЫЯ

У артыкуле прыводзяцца вынікі ацэнкі гаспадарчай каштоўнасці 6 чырваналістных гібрыдаў селекцыі Я. Б. Квача на працягу 2020–2022 гг. Кантрольнымі сартамі для параўнання служылі расійскія – Акадэмік Яблоков і Московский рубин.

Прыводзіцца кароткая характарыстыка даследуемых генатыпаў па зімаўстойлівасці, размерна-масавым паказчыкам арэхаў, прадукцыйнасці, асаблівасцях размеркавання ўраджая па пладаносным парасткам, біяхімічным складзе арэхаў. Прааналізаваны асаблівасці росту і развіцця квачоўскіх адборных форм па кожным з паказчыкаў.

На аснове атрыманых даных для далейшай селекцыйнай працы ў якасці крыніц асноўных гаспадарча карысных прыкмет былі выдзелены гібрыды квачоўскай селекцыі: за спалучэнне буйнаплоднасці і выхаду ядра – Квачоўскі № 6, Квачоўскі № 7; за спалучэнне ўраджайнасці і аптымальнага размеркавання на грузкі па пладаносным парасткам рознай даўжыні – Квачоўскі № 6, Квачоўскі № 7, Квачоўскі № 8; за багаты біяхімічны склад арэхаў па паказчыках колькасці тлушчоў – Квачоўскі № 1, Квачоўскі № 3, Квачоўскі № 8 і па суме цукраў – Квачоўскі № 2, Квачоўскі № 6, Квачоўскі № 7, Квачоўскі № 8.

Ключавыя словы: фундук, селекцыя, зімаўстойлівасць, адбор, маса арэху, ураджайнасць, біяхімічны склад, Беларусь.

УВОДЗІНЫ

Сучасная інтэнсіўная сельская гаспадарка немагчыма без пошуку новых напрамкаў развіцця, якія б забяспечвалі высокую эфектыўнасць вытворчасці. Адным з такіх з'яўляецца вырошчванне і далейшая перапрацоўка арэхаў. Ляшчына (арэшнік, лясны арэх, фундук) – гэта найбольш распаўсюджаная арэхаплодная расліна ва ўмеранай зоне Еўразіі і Паўночнай Амерыцы. Назва «ляшчына» традыцыйна ўжываецца ў дачыненні да дзікіх відаў роду *Corylus* L. У сваю чаргу фундук – гэта культываваныя буйнаплодныя формы ляшчыны звычайнай (*C. avellana* (L.) H. Karst.), ляшчыны буйной (*C. maxima* Mill.), ляшчыны пантыйскай (*C. pontica* (K. Koch) H. J. P. Winkl.) ці іх гібрыды, якія адрозніваюцца высокай якасцю арэхаў, стабільнай ураджайнасцю, вялікім памерам і адносна тонкай шкарлупінай [1, 2].

Арэхі фундуку адносяцца да функцыянальнай ежы, карыснай для здароўя, якая змяняе рызык ўзнікнення цэлага шэрагу захворванняў. Ядра – гэта крыніца біялагічна актыўных рэчываў, мінералаў і вітамінаў А, В, С, D, Е, Р, К. У бялках фундуку выяўлена 8 незаменных амінакіслот, сумарная колькасць якіх можа дасягаць 35 % [3, 4]. Апроч гэтага, трэба адзначыць, што арэхавы алей з высокім утрыманнем тлустых кіслот (перш за ўсё алеінавай) з'яўляецца адным з самых інтэнсіўных напрамкаў перапрацоўкі з выкарыстаннем яго як у спажываных мэтах, так і ў касметалогіі і парфумерыі, нават у якасці паліва і матэрыялу для змазкі [5].

Згодна з сучаснымі данымі, сусветная вытворчасць арэхаплодных культур няўхільна павялічваецца: у сезоне 2021–2022 гг. валавы збор дасягнуў узроўню на 50 % вышэй, чым 10 год таму. Доля фундуку ў сусветнай вытворчасці арэхаплодных складае 11 %. Экспарт асноўных арэхаў (міндаль, грэцкі арэх, кеш'ю, фісташка і фундук) таксама дэманструе тэндэнцыю да штогадовага росту і ў 2020 г. дасягнуў аб'ёму 3 млн т, сусветнае спажыванне ў сярэднім павялічваецца на 210,8 тыс. т у год [6].

У краінах, дзе прамысловае вырошчванне арэхаў не атрымала масавага характару, вельмі часта пачатак распаўсюджвання пароды звязаны са зборам прыватных калекцый і селекцыйнай садаводаў-аматараў. З гэтага пункту гледжання фундук не стаў выключэннем. Жаданне культыва-

ваваць лепшыя сарты *C. avellana* і *C. pontica* ў больш паўночных кліматычных зонах з атрыманнем стабільнага плёну і арэхаў добрай якасці. Для нас асаблівае значэнне мае дослед польскіх садаводаў, дзе за кошт прыватнай селекцыі быў выведзены шэраг сартоў, адаптыўных да мясцовых умоў. Так, напрыклад, у Варшаве садаводам Станіславам Забежанскім былі адабраны лепшыя сеянцы, якія потым сталі сартамі *Warszawski Czerwony* і *Syrena*. Яшчэ адзін селекцыянер – Тамаш Баркоўскі – на сваім участку ў Паўлаўцы выдзеліў буйнаплодныя сарты *Krystyna*, *Olga*, *Wojtek* [7]. Вышэйзгаданыя сарты атрымалі даволі шырокае распаўсюджванне не толькі ў Польшчы, але і ў іншых краінах, у тым ліку і ў Беларусі.

На тэрыторыі Беларусі першыя спробы ўвесці ў культуру адборныя формы ляшчыны звычайнай былі неаднаразовымі на працягу XX ст. Да нядаўніх часоў фундук быў у нашай краіне распаўсюджаны выключна на прысядзібных участках садаводаў і ў значнай ступені ў рэгіёнах з больш спрыяльнымі метэаралагічнымі ўмовамі Мінскай, Гродзенскай і Брэсцкай абласцей [8]. Таму дослед прыватнай селекцыйнай работы садавода-аматара Я. Б. Квача з адборам найбольш адаптыўных форм фундуку ва ўмовах Віцебскай вобласці мае вялікае навуковае значэнне для ацэнкі як патэнцыялу зімаўстойлівасці культуры, так і для мажлівасці адбору генатыпаў з комплексам гаспадарча карысных прыкмет.

АБ'ЕКТЫ І ўМОВЫ ДАСЛЕДАВАННЯў

Даследаванні праводзілі ў садзе 2018 года пасадкі на працягу 2020–2022 гг. Схема размяшчэння дрэў – 4 × 2 м, фарміраванне раслін – штамбавае дрэва, утрыманне міжраддзяў – натуральны газон. Глеба на ўчастку дзярнова-падзолістая, сярэднеападзоленая, якая развіваецца на магутных лёсападобных суглінках. На працягу сезону выконвалі ахоўныя мерапрыемствы супраць шкоднікаў, хвароб і пустазелля.

Аб'ектам даследавання з'яўляліся 6 гібрыдаў селекцыі Я. Б. Квача з антацыянавай афарбоўкай ліставой пласцінкі. Для параўнальнага аналізу па асноўных паказчыках у якасці кантролю выкарыстоўвалі расійскія сарты Акадэмік Яблоков і Московский рубин таксама з чырвонай афарбоўкай лісця. Улікі і назіранні праводзілі згодна з «Генетычнымі асновамі і методикой селекцыі плодовых культур и винограда» (Мінск, 2019) і «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999) [9, 10]. Характарыстыка метэаўмоў прадстаўлена данымі аграметэаралагічнай станцыі Мінск (аг. Самахвалавічы).

На працягу правядзення назіранняў умовы надвор'я ў перыяд вегетацыі не мелі істотных адхіленняў ад нормы па асноўных паказчыках. У 2020 г. багатае і частае выпадзенне ападкаў на фоне тэмператур, блізкіх да нормы, прыйшлося галоўным чынам на чэрвень, а другая палова лета характарызувалася як сухая і цёплая. Устойлівы пераход у 2021 г. сярэднясутачнай тэмпературы праз 0 °C у бок павышэння адзначаны на 7 дзён пазней даных шматгадовых назіранняў. З пачатку лета ўсталявалася спякотнае надвор'е, але ўжо з ліпеня вільгацезабяспечанасць вярнулася да ўзроўню кліматычнай нормы. Вясной 2022 г. пераважаў тэмпературны рэжым з тэмпературай ніжэй кліматычнай нормы. Аднак ад пачатку лета частае выпадзенне дажджу ў спалучэнні з цёплым надвор'ем абумовілі лішкавае ўвільгатненне глебы, што аднак станоўча адбілася на росце і развіцці раслін фундуку.

Зімовы перыяд 2020–2021 гг. меў шэраг асаблівасцей, якія значна паўплывалі на ўспрымальнасць фундуку да халадовых стрэсаў. Пачынаючы з другой паловы студзеня ўсталявалася зімовае надвор'е з пераважна паніжаным тэмпературным рэжымам, значна ніжэйшым за кліматычную норму. Вельмі халодны перыяд з тэмпературай ніжэй за –20 °C прыйшоўся на 15–19 студзеня, а 17 студзеня быў зафіксаваны мароз на паверхні глебы –28,7 °C. У лютым ужо ў час вымушанага пакою культуры можна выдзеліць два крытычныя паніжэнні тэмпературы: 6–8 лютага з мінімальнай тэмпературай на паверхні глебы –28,1 °C і 18–20 лютага з яе значэннем –25,2 °C. Такія ўмовы зімы ў спалучэнні з халодным сакавіком аказалі стрымліваючы эффект на тэрмін і працягласць праходжання асноўных фэналагічных фаз і перш за ўсё на цвіценне.

ВЫНІКІ ДАСЛЕДАВАННЯЎ І ІХ АБМЕРКАВАННЕ

У сярэдзіне 90-х гадоў садавод-энтузіяст Яўгеній Браніслававіч Квач паставіў перад сабою вельмі цікавую і амбіцыйную мэту – экалагічнае сортавыпрабаванне фундуку ва ўмовах Віцебскай вобласці Глыбоцкага раёна. Праца пачалася са збору калекцыі сартоў рознага геаграфічнага паходжання. Паўднёвыя фундукі ўсё ж на той час не прадэманстравалі патрэбнага ўзроўню адаптыўнасці для рэалізацыі свайго генетычнага патэнцыялу прадуктыўнасці на поўначы Беларусі, а вось шэраг сартоў расійскай селекцыі характарызаваўся штогадовым плоданашэннем.

Перш за ўсё Я. Б. Квач звярнуў сваю ўвагу на іванцееўскія сарты, выдзеленыя Р. Ф. Кудрашовай. Ва ўмовах Глыбоцкага раёна яны праяўлялі добры ўзровень зімаўстойлівасці. Прычым, у адрозненні ад лясной ляшчыны, якая дае багаты плён не часцей чым раз у 8–10 гадоў, гэтыя генатыпы стабільна пладаносілі, а арэхі асобных узораў ні ў чым не саступалі па памерах паўднёвым сартам.

Паралельна з гэтым ім была пачата работа па даследаванні перакрываванага апылення і выдзялення лепшых апыляльнікаў для расійскіх сартоў Акадэмик Яблоков, Екатерина, Московский рубин, Московский ранний, Сахарный, Тамбовский ранний, Тамбовский поздний. Па выніках палявых назіранняў Я. Б. Квачом было рэкамендавана на прысядзібных участках для добрага апылення фундуку высаджваць сарты Московский рубин, Пурпурный і Тамбовский поздний.

Пасля збору больш за 30 адаптыўных сартоў у прыватнай калекцыі і шматгадовых назіранняў за імі, Я. Б. Квач пачаў працаваць у напрамку селекцыі асабістых гібрыдаў. У якасці зыходнага матэрыялу выкарыстоўваліся арэхі, атрыманыя ад свабоднага апылення лепшых расійскіх сартоў, пераважна чырвоналістных. Асноўны адбор вёўся па такіх гаспадарча карысных прыкметах, як ураджайнасць, зімаўстойлівасць і буйнаплоднасць. Прычым важна адзначыць, што ў кантэксце вывучэння зімаўстойлівасці асабліва ўвага надавалася ўстойлівасці мужчынскіх каташкоў і жаночых кветак да зваротнага марозу пасля адліг у другой палове зімы – пачатку вясны.

Нашы ранейшыя даследаванні, праведзеныя пасля суровай зімы 2020–2021 гг., пацвердзілі даволі высокі ўзровень зімаўстойлівасці як дрэў, так і генератыўных пупышак сартоў Акадэмик Яблоков і Московский рубин [11]. Два крытычныя паніжэнні тэмпературы ў лютым, калі расліны ўжо знаходзіліся ў стане вымушанага пакою, прывялі да пашкоджанняў толькі мужчынскіх кветках на сорце Акадэмик Яблоков.

За перыяд назіранняў больш ранні тэрмін пачатку цвіцення мужчынскіх каташкоў у параўнанні з жаночымі кветкамі часцей назіраўся на сорце Акадэмик Яблоков. Цвіценне Московскага рубіна праходзіла па гамагамным тыпе. У сваю чаргу, у гібрыдаў, выдзеленых Я. Б. Квачом, для генатыпаў Квачоўскі № 6, Квачоўскі № 7, Квачоўскі № 8 была характэрна дыхатамія пратаандрычнага тыпу, а для генатыпаў Квачоўскі № 1, Квачоўскі № 2, Квачоўскі № 3 адзначана пераважна адначасовае цвіценне кветак абодвух палоў.

Шэраг аўтараў адзначаюць, што каташкі фундуку больш фізіялагічна развітыя ў параўнанні з жаночымі кветкамі, таму яны і больш успрымальныя да пашкоджанняў маразамі [8, 12]. Сярод квачоўскіх форм пашкоджання маразамі генератыўных мужчынскіх пупышак адзначаны толькі ў гібрыда № 6. Важна адзначыць, што для ўсіх гібрыдаў было характэрна на 3–5 дзён пазнейшае цвіценне мужчынскіх каташкоў у параўнанні з расійскімі сартамі, што ўскосна сведчыць аб больш павольных тэрмінах развіцця генератыўных пупышак у вясновы перыяд і можа служыць адным з механізмаў адаптацыі да частых адліг у лютым і сакавіку. Агульная ацэнка зімаўстойлівасці паказала нязначныя пашкоджання прыросту мінулага года. Толькі на сорце Акадэмик Яблоков на шматгадовай драўніне і шкілетных галінах была адзначана ступень пашкоджання маразамі ў 4–5 балаў.

Ацэнка якасці паказала, што па масе арэхаў разыходжанні паміж генатыпамі былі даволі значнымі – ад 2,9 г у адборы Квачоўскі № 3 да 4,8 г у гібрыда Квачоўскі № 6. З двух кантрольных сартоў больш буйнымі арэхамі валодае Московский рубин (4,2 г). Сярод квачоўскай селекцыі блізкімі або большымі па масе былі плады у формах № 6 і 7. Гібрыды № 2, 3 і 8 саступалі па гэтым паказчыку нават сорту Акадэмик Яблоков (табл. 1, гл. малюнак).

Таблиця 1. Розмерна-масавія паказчыкі арэхаў, 2020–2022 гг.

Сорт/гібрыд	Сярэдняя маса арэха, г	Таўшчыня шкарлупіны, мм	Выхад ядра, %	Памеры ядра, мм	Форма ядра
Академик Яблоков	3,2	1,16	41	18 × 15 × 9	Авальная
Московский рубин	4,2	1,52	43	19 × 12 × 10	Авальная
Квачоўскі № 1	3,3	1,42	36	17 × 12 × 11	Авальная
Квачоўскі № 2	3,0	1,57	33	18 × 10 × 9	Авальная
Квачоўскі № 3	2,9	1,28	33	20 × 11 × 11	Падоўжана-цыліндрычная
Квачоўскі № 6	4,8	1,41	40	19 × 14 × 13	Авальная
Квачоўскі № 7	4,2	1,42	41	22 × 13 × 13	Авальная
Квачоўскі № 8	3,0	1,52	39	19 × 15 × 9	Авальная

Важным паказчыкам для гаспадарчай ацэнкі генатыпу з’яўляецца выхад ядра ў фундуку. Сярод усіх генатыпаў ні адзін не перавышаў па гэтым паказчыку кантрольны сорт Московский рубин (43 %). Найбольш блізкія значэнні суадносіны масы ядра да арэха выяўлены ў формах № 6, 7 і 8 (39–41 %). Таксама трэба адзначыць, што самая тонкая шкарлупіна была характэрна для сорту Академик Яблоков. У астатніх генатыпаў таўшчыня вар’іравала ў межах 1,42–1,57 мм, за выключэннем формы Квачоўскі № 3 (1,28 мм).



Знешні выгляд арэхаў

На пяты год вырошчвання ў садзе пры фарміроўцы фундуку дрэвам ураджайнасць даволі значна адрознівалася паміж даследуемымі аб’ектамі. Формы № 1–3 саступалі па прадукцыйнасці абодвум кантрольным сартам – іх ураджайнасць была не больш за 0,63 кг/др. Важна адзначыць, што па тэрміне паспявання гібрыды селекцыі Я. Б. Квача гатовы да збору ў другой палове верасня, і, як правіла, гэты тэрмін прыходзіцца на 3–5 дзён пазней за кантрольныя сарты. У якасці найбольш плённых форм былі выдзелены Квачоўскі № 7 і Квачоўскі № 8, якія пераўзыходзілі сарты Московский рубин і Академик Яблоков. Форма № 6 з ураджайнасцю 1,09 кг/др. валодала большай прадукцыйнасцю, чым Московский рубин (табл. 2).

Для распрацоўкі аптымальнай сістэмы фарміравання кроны важна ўлічваць асаблівасці размеркавання ўраджаю [13]. Усе генатыпы прадэманстравалі, што асноўная нагрузка ўраджаем у іх прыходзіцца на пладаносныя парасткі даўжынёй 5–10 см – ад 60 да 90 %. Аднак у сорту Академик Яблоков і адбораў Квачоўскі № 1 і Квачоўскі № 2 больш за чвэрць арэхаў закладваецца на парастках большай даўжыні, што, на наш погляд, абумоўлівае дадатковыя патрабаванні пры правядзенні абрэзкі і з’яўляецца недахопам.

Ацэнка біяхімічнага складу пладоў паказала даволі значную розніцу сярод даследуемых генатыпаў па асноўных паказчыках. З пункту гледжання далейшай перапрацоўкі найбольш важнае значэнне мае колькасць тлушчоў. У выніку праведзеных лабараторных аналізаў высветлена, што большасць генатыпаў утрымлівала не менш за 60 % тлушчоў. Толькі ў сорту Московский

Таблица 2. Прадукцыйнасць і асаблівасці размеркавання ўраджая ў даследуемых генатыпах (штамбавае фарміраванне дрэвам, пасадка саду – 2018 г., схема размяшчэння – 4 × 2 м)

Сорт/гібрыд	Ураджайнасць на 5-ы год, кг/др.	Размеркаванне нагрукі ўраджаем па пладаносных парастках рознай даўжыні, %		
		да 5 см	5–10 см	10–15 см
Академик Яблоков	1,12	10	60	30
Московский рубин	0,78	10	90	–
Квачоўскі № 1	0,6	5	60	35
Квачоўскі № 2	0,53	5	70	25
Квачоўскі № 3	0,64	10	90	–
Квачоўскі № 6	1,09	5	80	15
Квачоўскі № 7	1,41	35	65	–
Квачоўскі № 8	1,23	20	80	–

Таблица 3. Біяхімічны склад арэхаў у даследуемых генатыпах (2021–2022 гг.), %

Сорт/гібрыд	Колькасць тлушчоў	Сума цукраў	Масавая доля сухіх рэчываў
Академик Яблоков	65,7	5,6	97,2
Московский рубин	52,0	7,3	97,1
Квачоўскі № 1	63,6	7,3	97,2
Квачоўскі № 2	60,3	8,5	96,7
Квачоўскі № 3	64,7	6,8	97,0
Квачоўскі № 6	59,1	8,6	96,7
Квачоўскі № 7	60,5	8,4	96,6
Квачоўскі № 8	63,0	8,8	96,7

рубін і адбору Квачоўскі № 6 гэты паказчык быў ніжэйшы. Лідарам па колькасці тлушчоў быў Академик Яблоков – 65,5 %. Таксама неабходна выдзеліць такія гібрыды селекцыі Я. Б. Квача, як № 1, 3 і 8 з утрыманнем тлушчоў на ўзроўні не менш за 63 % (табл. 3).

Большасць генатыпаў мела высокія значэнні масавай долі сухіх рэчываў у арэхах – ад 96,6 % у адбору № 7 да 97,2 % у сорту Академик Яблоков і Квачоўскі № 1. Трэба асабліва выдзеліць той факт, што квачоўскія гібрыды значна пераўзыходзілі кантрольныя сарты па суме цукраў. Напрыклад, у адборных формах № 2, 6, 7 і 8 гэты паказчык быў на 1,1–3,2 % вышэй, чым у сартоў Академик Яблоков і Московский рубин. Гэта дазваляе разглядаць іх як каштоўныя крыніцы для далейшай селекцыйнай працы ў напрамку паляпшэння біяхімічнага складу арэхаў.

ВЫНІКІ

Такім чынам, гаспадарчая ацэнка гібрыдаў селекцыі Я. Б. Квача ў параўнанні з кантрольнымі сартамі расійскай селекцыі Академик Яблоков і Московский рубин дазваляе сцвярджаць, што ў выніку праведзенага селекцыйнага адбору ва ўмовах поўначы Беларусі былі выдзелены генатыпы з зімаўстойлівасцю як дрэў, так і генератыўных пупышак на ўзроўні кантролю. Пазнейшы тэрмін цвіцення мужчынскіх каташкоў, у параўнанні з расійскімі сартамі, можна разглядаць як адзін з механізмаў адаптыўнасці да зваротных маразоў пасля адлігі.

Для далейшай селекцыйнай працы ў якасці крыніц асноўных гаспадарча карысных прыкмет выдзелены наступныя генатыпы квачоўскай селекцыі:

сярэдня маса арэху $\geq 4,0$ г і выхад ядра ≥ 40 %: Квачоўскі № 6, Квачоўскі № 7;

узровень ураджайнасці $\geq 1,0$ кг/др. і аптымальнае размеркаванне нагрукі па пладаносным парасткам рознай даўжыні: Квачоўскі № 6, Квачоўскі № 7, Квачоўскі № 8;

высокая колькасць тлушчоў у арэхах ≥ 63 %: Квачоўскі № 1, Квачоўскі № 3, Квачоўскі № 8;

высокае ўтрыманне цукраў у арэхах ≥ 8 %: Квачоўскі № 2, Квачоўскі № 6, Квачоўскі № 7, Квачоўскі № 8.

СПІС ВЫКАРЫСТАНЫХ КРЫНІЦ

1. Використання генетичної колекції *Corylus* Spp. НДП «Софіївка» для селекції фундука *Corylus domestica* Kos. et Opal / I. С. Косенко [и др.] // Автохтон. та інтродук. рослини. – 2016. – Вип. 12. – С. 120–136.
2. Mehlenbacher, S. A. Genetic resources of temperate fruit and nut crops. Hazelnuts (*Corylus*) / S. A. Mehlenbacher // Acta Horticulturae. – 1991. – Vol. 290. – P. 791–836.
3. Antioxidant and antiradical activities in extracts of hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut green leafy cover / C. Alasalvar [et al.] // J. of Agricultural and Food Chemistry. – 2006. – Vol. 54. – P. 4826–4832.
4. Roasting affects phenolic composition and antioxidative activity of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) / V. Schmitzer [et al.] // J. of Food Sci. – 2011. – Vol. 76. – P. 14–19. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01898.x>
5. Solar, A. Characterisation of selected hazelnut cultivars: phenology, growing and yielding capacity, market quality and nutraceutical value / A. Solar, F. Stampar // Soc. of Chemical Industry. – 2011. – № 91 (7). – P. 1205–1212. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4300>
6. Nuts & dried fruits statistical yearbook 2021/2022. – Reus : Intern. Nut and Dried Fruit Council, 2022. – 80 p.
7. Zdyb, H. Leszczyna / H. Zdyb. – Warszawa : Powszechny Wydaw. Rol. i Leśne esp.zo.o., 2010. – 248 s.
8. Козловская, З. А. Лещина. Дикие виды и фундук / З. А. Козловская, Н. В. Луговцова // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2018. – Т. 30. – С. 289–303.
9. Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда / З. А. Козловская [и др.] ; под общ. ред. З. А. Козловской. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 249 с.
10. Програма и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигадло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
11. Васеха, В. В. Біялагічныя асаблівасці развіцця і прадукцыйнасць сартоў фундука расійскай селекцыі пасля суровай зімы 2020–2021 гг. / В. В. Васеха, К. А. Чарнавокая // Селекція і генетыка: іннавацыі і перспектывы : сб. ст. по материалам II Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-лет. юбилею д-ра с.-х. наук, проф. В. И. Бушуевой, Горки, 11 февр. 2022 г. / Беларус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: Г. И. Витко, Н. А. Дуктова, М. Н. Авраменко. – Горки, 2022. – С. 180–184.
12. Махно, В. Г. Продукционный потенциал сортов фундука нового поколения / В. Г. Махно, С. А. Горобец // Садоводство и виноградарство. – 2013. – № 6. – С. 23–27.
13. Черепенина, Л. В. Влияние формирования растений на урожайность фундука / Л. В. Черепенина // Садоводство и виноградарство. – 2010. – № 5. – С. 25–27.

THE ECONOMIC VALUE OF HYBRID HAZELNUTS BRED BY YA. B. KWACH

V. V. VASEKHA, M. M. BARYSENKA, K. A. CHARNAVOKAYA, V. A. MATSVEEV

Summary

The article presents the results of the economic evaluation of 6 red-leaves hybrids bred by Ya. B. Kwach. The studies were conducted during 2020–2022. The Academic Yablokov and Moskovskiy rubin hazelnuts varieties of Russian selection were used as the control varieties for comparison.

A brief characteristics of the studied genotypes in terms of winter hardiness, the size and weight parameters of nuts, productivity, peculiarities of distribution of the fruit yield on fruit-bearing shoots, biochemical composition of nuts is given. The article analyzes specific features of growth and development of selected forms of hazelnuts bred by Ya. B. Kwach against each of the indicators.

Based on the obtained data the following hybrids of Kwach's breeding were highlighted as sources of the main economically valuable traits for further breeding work: for the combination of large-fruited potential and kernel yield – Kwachovsky № 6, Kwachovsky № 7; for the combination of yield and optimal crop load distribution on the fruit-bearing shoots of different lengths – Kwachovsky No. 6, Kwachovsky № 7, Kwachovsky № 8; for the rich biochemical composition of the nuts in terms of the amount of fats – Kwachovsky № 1, Kwachovsky № 3, Kwachovsky № 8 and in terms of total sugars – Kwachovsky № 2, Kwachovsky № 6, Kwachovsky № 7, Kwachovsky № 8.

Keywords: hazelnut, breeding, winter hardiness, selection, nut weight, yield, biochemical composition, Belarus.

Поступила в редакцию 05.04.2023

**КАЧЕСТВО, ХРАНЕНИЕ
И ПЕРЕРАБОТКА ПЛОДОВО-ЯГОДНОЙ ПРОДУКЦИИ**

УДК 634.13:631.527:581.192

[HTTPS://DOI.ORG/10.47612/0134-9759-2023-35-145-151](https://doi.org/10.47612/0134-9759-2023-35-145-151)

**ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ ГРУШИ
ПОЗДНЕГО СРОКА СОЗРЕВАНИЯ**

И. Н. ОСТАПЧУК, О. А. ЯКИМОВИЧ

*РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: pear.belsad@gmail.com*

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты изучения качества и биохимического состава плодов 10 перспективных гибридов груши белорусской селекции позднего срока созревания после длительного хранения. Контрольными сортами являлись сорта Белорусская поздняя и Завая. Исследования проводили в отделах селекции плодовых культур и биотехнологии РУП «Институт плодоводства». Наибольшее содержание сухих веществ и сахаров, после снятия с хранения, отмечено в плодах гибридов 89-32/18 и 07-4/33 (сухих веществ – 19,6 и 19,0 %, сахаров – 9,75 и 8,85 % соответственно). По содержанию аскорбиновой кислоты выделились гибриды 07-4/33 и 07-9/13 (3,80 и 3,95 мг/100 г соответственно). Максимальное содержание фенольных соединений (95,40 мг/100 г) отмечено у гибрида 07-5/47.

Ключевые слова: груша, перспективный гибрид, вкусовые качества, поздний срок созревания, биохимический состав, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Груша – это не только вкусный десерт, но и источник полезных биологически-активных веществ. Одной из задач в селекции груши является выделение сортов, плоды которых обладают хорошей лежкостью и сохраняют свои товарные, вкусовые качества и ценный биохимический состав в процессе хранения. Зимние сорта груши отличаются длительным сроком хранения урожая, что позволяет почти до весны употреблять фрукты в свежем виде.

Качество плодов груши в первую очередь определяется сортовыми особенностями, химическим составом и органолептическими показателями.

Огромная работа по изучению биохимического состава плодов проведена в России.

Так, в Майкопской ОС ВИР им. Н. И. Вавилова (МОС ВИР) начиная с 1945 г. было изучено до 290 сортов груши, которые накапливали 12,9–24,6 % сухих веществ (наибольшее значение признака отмечено у сорта Душистая), 6,3–14,8 % сахаров (Бергамот Эсперена), 0,12–0,93 % титруемой кислоты (Сидминская), 1,9–14,6 мг% аскорбиновой кислоты (Верта), 120–341 мг% Р-активных веществ, 1,25–1,83 % золы (Жозефина Михельнская), 4,06–8,63 % клетчатки (наибольшее значение признака отмечено у сорта Уиллард) [1].

В условиях Дагестана в результате четырехлетнего изучения биохимического состава трех сортов груши выявлено, что наиболее высоким содержанием растворимых сухих веществ (РСВ) характеризовался контрольный сорт Триумф Пакгама (14,9–15,7 %). По сахаристости выделился сорт Триумф Пакгама (11,5 %) и Лесная красавица (10,6 %). Наибольшее количество витамина С (7,5–7,9 мг/100 г) отмечено у сорта Лесная красавица [2].

Изучение послеуборочного биохимического состава плодов пяти новых поздних сортов груши в коллекции РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева показало содержание РСВ от 13,9 до 18,0 % (наибольшее содержание отмечено у сорта Ника), сахаров – 7,83–14,06 (Ника), титруемой кислотности – 0,17–0,57 (Гера), аскорбиновой кислоты – 44,0–61,6 (Гера), дубильных и красящих веществ – 0,0624–0,2286 % (Яковлевская). В целом по комплексу биохимических показателей выделен сорт Ника, который в течение двух лет исследований характеризовался повышенным накоплением сухих веществ, аскорбиновой и органических кислот [3].

В условиях Кировской области (исследования в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого) 9 изученных сортов груши – Видная, Каратаевская, Купава, Ларинская, Нарядная Ефимова, Перун, Повислая, Сварог – в сравнении с контрольным сортом Чижовская накапливали 8,26–11,21 % сахаров, 1,90–4,29 мг% аскорбиновой кислоты, 14,34–20,86 % сухого вещества и отличались высокой титруемой кислотностью – 0,82–19,55 %. Выделены сорта Купава и Повислая, в которых сочетались большое количество сахаров и сухого вещества с отличными вкусовыми качествами [4].

В Республике Беларусь многолетние исследования, проводимые в прошлые годы, показали, что поздние сорта груши накапливали сухих веществ 14,3–21,9 % (РСВ – 10,8–16,0 %), количество сахаров варьировало в пределах 6,76–10,83 % [5, 6]. По данным Т. С. Ширко, повышенное содержание пектиновых веществ (1,10–1,25 %) имели плоды зимнего сорта Белорусская поздняя [5].

В Могилевской области Республики Беларусь для исследований были выбраны два сорта груши Лимонка (летний) и Лесная красавица (осенний), плоды которых характеризовались высокими органолептическими показателями. Содержание РСВ у сорта Лимонка составило 13,8 %, у сорта Лесная красавица – 11,0 %. Исследованные сорта значительно различались по содержанию пектиновых веществ, больше их в грушах сорта Лесная красавица (0,52 %). В плодах груши количество фенольных соединений составило 74,5 мг/100 г – у сорта Лимонка и 98,6 мг/100 г – у сорта Лесная красавица [7].

У зимних сортов груши в период съемной зрелости плоды крупные, твердые и несъедобные. В процессе хранения они постепенно дозревают. В этот период изменяется их химический состав и свойства. В процессе созревания плоды приобретают более высокие потребительские качества – становятся более сладкими, ароматными, консистенция мякоти делается более нежной.

В настоящее время продолжаются селекционные работы по созданию новых сортов груши с улучшенным качеством плодов, в том числе с высоким содержанием в них ценных компонентов химического состава и хорошими органолептическими показателями.

Цель исследований – выделить перспективные гибриды груши позднего срока созревания с высокими показателями качества плодов в стадии потребительской зрелости.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являлись плоды десяти перспективных гибридов груши белорусской селекции: 84-1/14, 89-32/18, 89-32/28, 93-7/116, 02-18/6, 04-22/65, 06-26/65, 07-4/33, 07-5/47, 07-9/13 различного генетического происхождения позднего срока созревания. Контролем служили районированные сорта груши Белорусская поздняя и Завея.

Плоды были заложены в стандартные ящики по 7–10 кг и помещены в плодохранилище с естественным охлаждением при температуре +2...+3 °С и относительной влажностью воздуха – 85–90 %.

Величина, вкусовые качества и сроки хранения оценены по «Генетическим основам и методике селекции плодовых культур и винограда» (Минск, 2019) [8].

Биохимический анализ свежих плодов выполнен в трехкратной повторности в отделе биотехнологии РУП «Институт плодоводства» следующими методами: сухие вещества – термогравиметрическим методом (ГОСТ 28561-90) [9], РСВ – рефрактометрическим методом (ГОСТ ISO 2173-2013) [10], титруемая кислотность – титрованием 0,1 н. раствором NaOH с пересчетом по яблочной кислоте (ГОСТ ISO 750–2013) [11], сахара – по методу Бертрана в модификации Вознесенского [12], пектиновые вещества – карбазольным методом [13], аскорбиновая кислота – спектрофотометрическим методом после реакции с α , α -дипиридилем [14], сумма фенольных соединений – спектрофотометрическим методом с использованием реактива Фолина – Дениса [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Непрерывный селекционный процесс способствует получению, изучению и отбору новых перспективных гибридов груши. В табл. 1 приведены происхождение, характеристика плодов и сроки созревания перспективных гибридов груши, отобранных по комплексу ценных признаков.

Таблица 1. Происхождение и некоторые характеристики плодов перспективных гибридов груши позднего срока созревания отечественной селекции

Название сортообразца	Происхождение	Размер плода, г	Мякоть	Вкус, балл	Срок созревания, месяц
Белорусская поздняя (к.)	Добрая Луиза (Bon Louis) × Бере зимняя Мичурина	Средний – выше среднего, 120–160	Белая, полутающая, мелкозернистая, сочная, сладкая	Десертный, 8,0	Декабрь – февраль
Завая (к.)	6/89-100 [Белорусская поздняя × (Бере серая (Beurre Brown) × Дуля остзейская)] × Масляная Ро	Средний – крупный, 155–250	Белая, средней плотности, нежная, мелкозернистая, сочная, кисло-сладкая	Отличный десертный, 8,5	Декабрь – февраль
84-1/14	Белорусская поздняя × Колетт (Colette)	Выше среднего – крупный, 200–250	Белая, средней плотности, маслянистая, мелкозернистая, среднее количество каменных клеток возле камеры, очень сочная, кисло-сладкая	Десертный, 8,0	Декабрь – январь
89-32/18	Белорусская поздняя × Масляная Ро	Выше среднего, 160–190	Белая, средней плотности, полумаслянистая, мелкозернистая, средней сочности, кисло-сладкая	Десертный, 7,5	Октябрь – декабрь
89-32/28	Белорусская поздняя × Масляная Ро	Средний – выше среднего, 180–200	Белая, нежная, полумаслянистая, мелкозернистая, очень сочная, сладкая с кислинкой	Отличный десертный, 8,5	Октябрь – декабрь
93-7/116	84-3/8 (Белорусская поздняя × Бордовая) × Салгирская зимняя (Салгірська зимова)	Выше среднего – очень крупный, 151–365	Маслянистая, сочная	Десертный, 7,5	Октябрь – декабрь
02-18/6	86-15/94 (Белорусская поздняя × Дружба) × Просто Мария	Выше среднего – очень крупный, 180–280	Белая, полумаслянистая, сочная, сладковатая	Хороший, 7,0	Октябрь – декабрь
04-22/65	86-15/94 (Белорусская поздняя × Дружба) × Чижовская	Средний – выше среднего, 140–170	Белая, плотная, сухая, сладкая	Хороший, 6,0	Октябрь – декабрь
06-26/65	86-15/94 (Белорусская поздняя × Дружба) × Основьянская (Основ'янська)	Крупный, 201–220	Желтоватая, хрустящая, плотная, сладковатая	Хороший, 6,0	Декабрь – февраль
07-4/33	Основьянская (Основ'янська) × Юратэ (Jurate)	Крупный – очень крупный, 250–300	Желто-белая, средней плотности, полумаслянистая, полутающая, мелкозернистая, сочная, сладкая с легкой кислинкой.	Отличный десертный, 8,6	Ноябрь – декабрь
07-5/47	Черемшина × Талгарская красавица	Выше среднего, 170–200	Кремового цвета, сочная, плотная, очень сладкая.	Десертный, 8,0	Ноябрь – декабрь
07-9/13	(Веснянка св. оп.)	Выше среднего – очень крупный, 165–250	Белая, плотная, средней сочности, сладкая.	Десертный, 8,0	Ноябрь – февраль

Отличным десертным и десертным вкусом на уровне контрольных сортов Белорусская поздняя и Завея характеризовались гибриды 84-1/14, 89-32/18, 89-32/28, 93-7/116, 07-4/33, 07-5/47 и 07-9/13.

Вкусовые и полезные свойства груши после периода хранения во многом определяются их биохимическим составом. Массовая доля сухих веществ у изученных сортообразцов в стадии потребительской зрелости варьировала в пределах 14,0–19,6 %. Наибольшее содержание сухих веществ после снятия с хранения отмечено у гибридов 89-32/18 и 07-4/33 – 19,6 и 19,0 % соответственно (табл. 2). У сортов Завея и Белорусская поздняя, которые являются контролем в наших исследованиях, данный показатель ниже и составляет 16,1 %.

Таблица 2. Биохимический состав плодов поздних сортов груши

Название сортообразца	Массовая доля сухих веществ, %	РСВ, %	Титруемая кислотность, %	Сумма сахаров, %	СКИ
Белорусская поздняя (к.)	16,1	12,20	0,11	6,46	58,7
Завея (к.)	16,1	13,0	0,13	7,66	58,9
84-1/14	16,9	14,9	0,11	7,20	65,5
89-32/18	19,6	16,0	0,16	9,75	60,9
89-32/28	17,9	13,4	0,08	7,68	96,0
93-7/116	16,5	13,5	0,12	7,80	65,0
02-18/6	16,9	13,5	0,09	8,06	89,6
04-22/65	15,4	13,0	0,11	6,84	62,2
06-26/65	14,5	12,8	0,11	6,77	61,5
07-4/33	19,0	15,5	0,09	8,85	98,3
07-5/47	14,0	12,7	0,17	6,55	38,5
07-9/13	17,5	12,2	0,11	6,83	62,1

В закладываемых на хранение в съемной степени зрелости семечковых плодах всегда содержится крахмал, который во время хранения при постепенном дозревании переходит в сахара. Высокое содержание сахаров наблюдалось у гибридов 89-32/18 и 07-4/33 (9,75 и 8,85 % соответственно), в то же время в контрольном сорте Белорусская поздняя этот показатель был минимальным (6,46 %).

Кислоты, содержащиеся в плодах, в основном расходуются на дыхание. При длительном хранении груши могут терять почти все имеющиеся в них кислоты. Содержание титруемых кислот у изучаемых образцов после снятия с хранения находилось в пределах 0,08–0,17 %.

Вкус плодов во многом отличается отношением сахара к кислоте. Показатель СКИ (сахарокислотный индекс) тем выше, чем слаще на вкус плоды [16]. Из полученных экспериментальным путем данных видно, что по органолептическим показателям более сладкими плодами обладают гибриды 89-32/28 (96,0) и 07-4/33 (98,3).

Аскорбиновая кислота участвует в окислительно-восстановительных процессах, повышает устойчивость организма к инфекционным заболеваниям, увеличивает работоспособность человека. Считается, что суточная потребность человека в витамине С составляет 50–100 мг в сутки. Груша никогда не являлась лидером по накоплению аскорбиновой кислоты, однако в сочетании с другими фруктами может быть источником витамина С, особенно в зимний период, когда свежих фруктов и овощей мало. Содержание аскорбиновой кислоты у представленных гибридов различалось и диапазон варьирования находился в пределах 1,25–4,75 мг/100 г (рис. 1). Следует отметить гибриды 07-4/33 и 07-9/13, содержание аскорбиновой кислоты у которых было выше среднего по сравнению с остальными изучаемыми гибридами и составило 3,80 и 3,95 мг/100 г соответственно.

Пектиновые вещества, содержащиеся во фруктах и овощах, благотворно влияют на организм человека. Они способны подавлять рост и размножение микроорганизмов, препятствуют всасыванию в организм человека токсичных веществ, в том числе тяжелых металлов и радионуклидов [17]. Пектиновые вещества во многом обуславливают лежкость плодов груши. В период техниче-

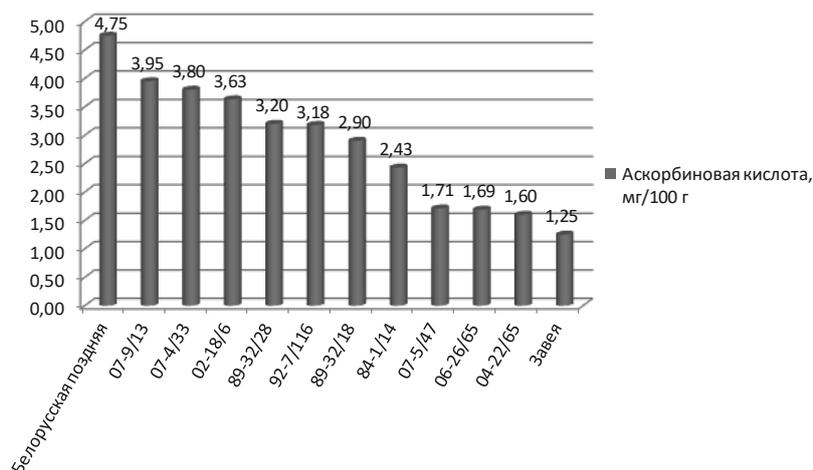


Рис. 1. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах груши после хранения, мг/100 г

ской зрелости в плодах груши преобладает протопектин, именно этим объясняется жесткая консистенция незрелых плодов груши. По мере созревания протопектин под влиянием пектолитических ферментов переходит в растворимый пектин, остающийся в соке плодов, мякоть при этом становится мягче.

В изучаемых сортах и гибридах груши содержание общего пектина варьировало в пределах 0,61–1,06 %. Причем практически у всех образцов содержание протопектина было выше, чем содержание растворимого пектина, что свидетельствует о том, что эти сортообразцы имеют высо-

Таблица 3. Пектиновые вещества в плодах груши после хранения, %

Название сортообразца	Растворимый пектин	Протопектин	Сумма
Белорусская поздняя (к.)	0,44	0,54	0,98
Завея (к.)	0,41	0,64	1,05
92-7/116	0,47	0,24	0,71
89-32/28	0,42	0,28	0,70
89-32/18	0,45	0,56	1,01
07-4/33	0,43	0,57	1,00
02-18/6	0,32	0,43	0,75
07-9/13	0,54	0,52	1,06
04-22/65	0,44	0,40	0,84
06-26/65	0,37	0,49	0,86
84-1/14	0,43	0,36	0,79
07-5/47	0,30	0,31	0,61

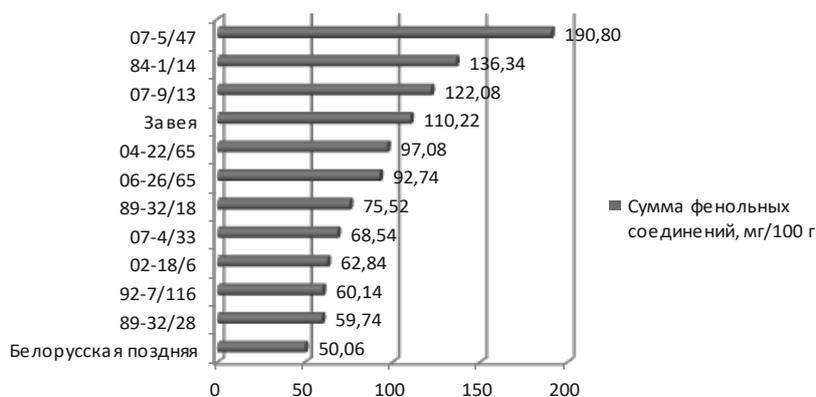


Рис. 2. Накопление фенольных соединений в плодах груши после хранения, мг/100 г

кий потенциал сохранения качества плодов (табл. 3). Общее содержание пектиновых веществ 1 % и более наблюдалось у сорта Завея, гибридов 89-32/18, 07-4/33 и 07-9/13.

Фенольные соединения, содержащиеся во фруктах и ягодах, являются хорошим природным антиоксидантом. Антиоксиданты – это вещества, предотвращающие окисление, обладают противовоспалительным, седативным, антибактериальным и противовирусным действием, способны выводить из организма соли и тяжелые металлы [15]. По содержанию фенольных соединений в изучаемых образцах можно выделить гибрид 07-5/47 с максимальным значением данного показателя – 190,80 мг/100 г (рис. 2).

ВЫВОДЫ

Сорта груши позднего срока созревания после хранения могут быть использованы в свежем виде как источник ценных биологически активных веществ.

У перспективных гибридов груши 89-32/18, 02-18/6, 06-26/65, 07-5/47, 07-4/33, а также контрольных сортов Белорусская поздняя и Завея содержание протопектина выше, чем растворимого пектина, что свидетельствует о том, что они имеют высокий потенциал сохранения качества плодов.

Из десяти изученных гибридов груши отечественной селекции по комплексу признаков – вкусовые качества плодов и биохимические показатели (содержание сухих веществ, РСВ и сахаров) – выделены гибриды 89-32/18 (Белорусская поздняя × Масляная Ро) и 07-4/33 (Основьянская (Основ'янська) × Юратэ (Jurate)).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оценка генофонда груши по биохимическому составу плодов / И. А. Бандурко [и др.] // Новые технологии. – 2008. – № 6. – С. 9–12.
2. Загиров, Н. Г. Оценка биохимического состава интродуцированных осенних сортов груши для пополнения коллекции геноресурсов в условиях Южного Дагестана / Н. Г. Загиров // Субтроп. и декоратив. садоводство. – 2021. – № 79. – С. 117–125.
3. Масловский, С. А. Биохимические показатели качества и сохраняемость плодов новых сортов груши из коллекции учебно-опытного сада РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева / С. А. Масловский, Д. В. Тонких // Проблемы развития АПК и сельских территорий в XXI веке : материалы конф., М., 1 янв. – 31 дек. 2012 г. / Рос. гос. аграр. ун-т – М. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева ; ред. В. М. Баутин. – М., 2012. – С. 352–354.
4. Firsova, S. Biochemical Composition of the Pear Fruit at FSBSI FARC of the North-East named after N. V. Rudnitskiy [Electronic resource] / S. Firsova, A. Rusinov, A. Sofronov // BIO Web of Conferences ITIA. – 2022. – Jan. – Mode of access: https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2022/06/bioconf_itia2022_06002.pdf. – Date of access: 22.04.2023.
5. Ширко, Т. С. Биохимия и качество плодов / Т. С. Ширко, И. В. Ярошевич. – Минск : Наука і тэхніка, 1991. – 294 с.
6. Якимович, О. А. Новый белорусский сорт груши Завея / О. А. Якимович, З. А. Козловская // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2016. – Т. 28. – С. 78–84.
7. Вальчук, Т. С. Биохимическая характеристика плодов груши некоторых сортов / Т. С. Вальчук, С. Л. Масанский // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси : материалы III Междунар. молодеж. науч.-практ. конф., Пинск, 27 марта 2009 г. : в 2 ч. / Полес. гос. ун-т ; редкол.: К. К. Шебеко [и др.]. – Пинск, 2009. – Ч. 1. – С. 106–107.
8. Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда / З. А. Козловская [и др.] ; под общ. ред. З. А. Козловской. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 249 с.
9. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги : ГОСТ 28561-90. – Введ. 01.07.1991. – М. : Стандартинформ, 2011. – 10 с.
10. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ : ГОСТ ISO 2173-2013. – Введ. 01.07.2015. – М. : Стандартинформ, 2014, 2019. – 8 с.
11. Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности : ГОСТ ISO 750-2013. – Взамен ГОСТ 25555.0-82 ; введ. 01.07.2015. – М. : Стандартинформ, 2018. – 5 с.
12. Определение сахаров в овощах, ягодах и плодах / Б. А. Ягодин [и др.] // Практикум по агрохимии : учеб. пособие / Б. А. Ягодин [и др.] ; под общ. ред. Б. А. Ягодина. – М., 1987. – С. 200–208.
13. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / М-во сел. хоз-ва СССР, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т садоводства им. И. В. Мичурина ; редкол.: Г. А. Лобанов [и др.] ; под общ. ред. Г. А. Лобанова. – Мичуринск : ВНИИС им. И. В. Мичурина, 1973. – 495 с.
14. Spanyol, P. Bestimmung des tatsächlichen Gehaltes an Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure in Lebensmitteln / P. Spanyol, E. Kevei, M. Blazovich // Ztchr. für Lebensmittel-Unters. u. Forschung. – 1963. – Bd 123, № 2. – S. 93–102.

15. Методические указания по исследованию биологически активных веществ плодов / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова ; сост.: Г. Б. Самородова-Бианки, С. А. Стрельцина. – Л. : ВИР, 1979. – 47 с.

16. Гиричев, В. С. Пищевая ценность плодов груши летних сортов [Электронный ресурс] / В. С. Гиричев // Молодой ученый. – 2011. – № 9 (32). – С. 268–269. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/32/3626/>. – Дата доступа: 20.04.2023.

17. Доценко, В. А. Овощи и плоды в питании и лечении / В. А. Доценко. – СПб. : Лениздат, 1993. – 333 с.

QUALITY INDICATORS OF FRUITS OF PERSPECTIVE PEAR HYBRIDS OF LATE RIPENING

I. N. OSTAPCHUK, O. A. YAKIMOVICH

Summary

The article presents the results of studying the quality and biochemical composition of fruits of 10 promising pear hybrids of Belarusian selection of late ripening after prolonged storage. The *Belaruskaja pozdnaja* and *Zaveya* were identified as reference varieties. The studies were carried out in the departments of Fruit Plant Breeding and Biotechnology of the Republican Unitary Enterprise “Institute of Fruit Growing”. The highest content of solids and sugars after storage was noted in the fruits of hybrids 89-32/18 and 07-4/33 (solids – 19.6 and 19.0 %, sugars – 9.75 and 8.85 % respectively). According to the content of ascorbic acid, hybrids 07-4/33 and 07-9/13 had become discernible (3.80 and 3.95 mg/100 g, respectively). The maximum content of phenolic compounds (95.40 mg/100 g) was noted in the hybrid 07-5/47.

Keywords: pear, promising hybrid, taste, late ripening, biochemical composition, Belarus.

Поступила в редакцию 06.06.2023

ПРИГОДНОСТЬ БЕЛОРУССКИХ СОРТОВ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ К ИЗГОТОВЛЕНИЮ СУХОФРУКТОВ

М. Г. МАКСИМЕНКО, Г. А. НОВИК, А. М. КРИВОРОТ,
О. С. КАРАНИК, Д. И. МАРЦИНКЕВИЧ

*РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследований за 2021–2023 гг. по оценке пригодности 6 районированных сортов сливы домашней (Венгерка белорусская, Венера, Волат, Кромань, Нарач, Стенли) к изготовлению продукта с низкой влажностью – сушеной сливы.

Установлено содержание растворимых сухих веществ в свежих плодах сливы – 11,4–16,3 %, титруемых кислот – 1,2–1,6, суммы сахаров – 6,6–8,5, суммы пектиновых веществ – 0,52–0,83 %.

Общая дегустационная оценка сушеной сливы у всех сортов составила 4,1–4,8 балла.

Установлено соответствие свежего сырья и готового продукта из сливы домашней требованиям ТНПА.

Ключевые слова: плоды, слива, сорт, сушка, сухофрукты, вкус, органолептические показатели, консистенция, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Качество сухофруктов зависит от товарной и биохимической характеристики сырья. Одним из основных требований, предъявляемых к сырью, пригодному для сушки, является высокое содержание сухих веществ, обеспечивающее хорошее качество продукции и высокие технико-экономические показатели ведения производства. Роль этого показателя значительна – при различном содержании сухих веществ в одном виде плодов расход сырья на 1 тонну готовой продукции может увеличиваться в 2–4 раза [1]. Для сушки используют практически все виды фруктов – яблоко, груша, абрикос, вишня, черешня, слива, различные ягоды. Качество свежих плодов и ягод должно соответствовать требованиям ТНПА. Так как плоды сливы являются одним из востребованных источников сырья для производства сушеной продукции, была поставлена задача изучить и выделить отечественные сорта, пригодные для получения высококачественных сухофруктов.

Для получения качественного чернослива (сушеной сливы) рекомендуется использовать плоды в потребительской зрелости, однородные по форме и размеру, массой не менее 30 г, интенсивно окрашенные, желательно без воскового налета, с содержанием растворимых сухих веществ не менее 20 %, сахаров – не менее 12, кислоты – не более 1, пектиновых веществ – не менее 1 %. Кожица должна быть сравнительно плотной, но не грубой, не растрескивающейся при сушке [2]. С другой стороны, имеются сведения, что высокое содержание растворимых сухих веществ, сахаров и пектинов затрудняет испарение влаги при сушке. Кроме того, высокая концентрация сахаров и наличие в сырье аминокислот при применении высоких температур сушильного агента способствуют карамелизации и возможности реакций меланоидинообразования [1].

Изучению химического состава свежих плодов сливы большое внимание уделяли и уделяют многие исследователи, среди них Т. С. Ширко [3], М. Г. Максименко [4, 5], Г. В. Еремин [6, 7], Т. А. Кошелева [8], А. Г. Розмыслова [9], А. В. Солонкин [10], Н. И. Савельев [11, 12] и другие исследователи. Анализ их результатов показывает, что накопление питательных и биологически активных веществ зависит в первую очередь от сорта и принадлежности его к определенной популяционной группе; оказывают влияние и внешние факторы среды (место и условия произрастания, погодные условия и др.).

Согласно данным из различных источников, для производства чернослива используют следующие сорта: Венгерка итальянская, Венгерка домашняя, Венгерка Вангенгейма, Венгерка корне-

евская, Венгерка фиолетовая, Венгерка ажанская, Венгерка обыкновенная, Венгерка крупная сладкая, Венгерка юбилейная, Кирке, Легенда, Ренклюд Альтана, Ренклюд Карбышева, Стенли, Синяя птица, Памяти Костиной, Сентябрьская, Соперница, Тулеу грас, Чернослив адыгейский, Чернослив самаркандский, Чернослив поздний чимкенский и др. [2, 3, 13–16]. Как видно из вышеизложенного, белорусские сорта сливы исследователями на пригодность к сушке не изучались.

Цель исследований – изучить сорта сливы белорусской селекции на пригодность к сушке.

ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являлись свежие и сушеные плоды 6 сортов сливы домашней – Венгерка белорусская, Венера, Волат, Кромань, Нарач, Стенли (стандарт).

Отбор образцов свежих плодов и ягод осуществляли по мере их созревания согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999) [17].

Химические показатели свежих и сушеных плодов определяли в 3-кратной повторности следующими методами:

общее количество сухих веществ (СВ) – по ГОСТ 28561-90 [18];

растворимые сухие вещества (РСВ) – рефрактометрическим методом по ГОСТ ISO 2173-2013 [19];

титруемые кислоты – титриметрическим методом по СТБ ГОСТ Р 51434-2006 [20];

сахара – спектрофотометрическим методом по Бертрану в модификации Вознесенского [21];

пектиновые вещества – спектрофотометрическим карбазольным методом [22].

Органолептические показатели определяла дегустационная комиссия РУП «Институт плодородства» по пятибалльной шкале согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Мичуринск, 1973) [22].

Изготовление опытных образцов сушеной продукции проводили комбинированным радиационно-конвективным способом путем испарения влаги из фруктов посредством нагрева инфракрасным излучением определенного диапазона длин волн, а удаление влаги – за счет принудительной конвекции паровоздушной смеси в сушильном шкафу типа ЭСПИС-4 «Универсал» (Санкт-Петербург) при температуре 50–60 °С.

Математическую обработку результатов осуществляли при помощи программного пакета STATISTICA 6.0 и Microsoft Excel [24].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований были получены данные по отдельным компонентам химического состава свежих плодов сливы: СВ, РСВ, титруемая кислотность, сахара, пектиновые вещества.

Определено содержание СВ и РСВ, которые составили 12,1–17,0 и 11,4–16,3 % соответственно. Наибольшее содержание СВ (более 15 %) выявлено у сортов Кромань (15,5 %) и Венера (17,0 %), наименьшее – у сорта Стенли (ст.) (12,1 %). Титруемая кислотность плодов изучаемых сортов была более 1,0 % и варьировала от 1,2 (Нарач) до 1,6 % (Венера). По нашим исследованиям плоды сливы в зависимости от сорта содержали 6,6–8,5 % сахаров. Наибольшее их содержание установлено у сорта Венера, наименьшее – у сорта Стенли (ст.). Содержание пектиновых веществ варьировало в пределах от 0,52 до 0,83 % (табл. 1).

Таблица 1. Химический состав свежих плодов сливы (2021–2022 гг.), % массы сырого вещества

Сорт	СВ	РСВ	Титруемая кислотность	Сумма сахаров	СКИ	Сумма пектиновых веществ
Венгерка белорусская	14,4	13,6	1,3	7,3	5,6	0,52
Венера	17,0	16,3	1,6	8,5	5,3	0,83
Волат	14,8	14,1	1,3	7,5	5,8	0,79
Кромань	15,5	14,8	1,3	8,4	6,5	0,69
Нарач	14,0	13,1	1,2	6,9	5,8	0,72
Стенли (ст.)	12,1	11,4	1,3	6,6	5,1	0,61
НСР _{0,05}	1,66	1,62	0,24	1,07	0,57	0,208

Гармоничность вкуса свежих плодов сливы определяется соотношением сахара к кислоте, или сахарокислотным индексом (СКИ). Чем выше значение СКИ, тем больше ощущается сладкий вкус плодов, и наоборот, чем ниже, тем больше будет ощущаться кислый вкус. Потребители предпочитают на десерт в свежем виде плоды сливы с более сладким вкусом. Так, СКИ в свежих плодах сливы находился в пределах от 5,1 (Стенли (ст.)) до 6,5 (Кромань).

Процесс изготовления сушеных слив длился в среднем от 10 до 20 часов в зависимости от сорта.

Содержание массовой доли СВ в опытных образцах сушеных слив составила 76,9–79,9 %, т. е. влажность продукта находилась в пределах от 20,1 (Венера) до 23,1 % (Кромань). Содержание влаги в сушеных продуктах является нормируемым показателем. Согласно требованию ГОСТ 32896-2014 «Фрукты сушеные. Общие технические условия» [14] у слив сушеных этот показатель должен составлять от 19,0 до 25,0 % в зависимости от товарного сорта. Следовательно, исходя из полученных нами данных, можно резюмировать, что все опытные образцы сушеных слив соответствовали требованиям ТНПА по содержанию влаги.

Титруемая кислотность сушеных плодов изучаемых сортов высокая (более 4,0 %) и варьировала от 4,5 (Кромань) до 6,3 % (Венгерка белорусская).

По нашим исследованиям, плоды чернослива в зависимости от сорта содержали 46,4–57,3 % сахаров. Наибольшее их содержание установлено у сорта Кромань, наименьшее – у сорта Нарач. Сушеные плоды сливы содержали от 3,94 (Венгерка белорусская) до 4,96 % (Стенли (ст.)) пектиновых веществ с преобладанием протопектина (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав сушеных плодов сливы (2022–2023 гг.), % массы сырого вещества

Сорт	Массовая доля сухих веществ	Титруемая кислотность	Сумма сахаров	Сумма пектиновых веществ
Венгерка белорусская	79,2	6,3	55,4	3,94
Венера	79,9	5,0	49,8	4,47
Волат	78,2	5,1	51,0	4,67
Кромань	76,9	4,5	57,3	4,02
Нарач	77,4	4,8	46,4	4,93
Стенли (ст.)	79,0	5,0	48,2	4,96
НСР _{0,05}	2,34	0,71	3,62	0,273

Свежие плоды сливы были целые, здоровые, типичные по форме и окраске для изучаемых помологических сортов, без постороннего запаха и привкуса.

По внешнему виду и окраске наиболее привлекательными были плоды сортов Венгерка белорусская, Волат, Кромань и Венера, получившие по этим показателям более 4,5 балла. У плодов сортов Кромань и Волат консистенция мякоти упругая и в то же время сочная (4,8 и 4,6 балла соответственно), у сортов Венера и Венгерка белорусская наблюдалась плотная кожица (4,7 балла) (табл. 3).

Таблица 3. Органолептические показатели свежих плодов сливы (2021–2022 гг.), балл

Сорт	Внешний вид	Окраска	Консистенция	Аромат	Вкус
Венгерка белорусская	4,9	4,9	4,7	4,5	4,5
Венера	4,7	4,7	4,7	4,8	4,6
Волат	4,9	4,7	4,6	4,8	4,8
Кромань	4,8	4,9	4,8	4,8	4,8
Нарач	4,4	4,4	4,5	4,5	4,4
Стенли (ст.)	4,0	4,0	4,6	4,1	4,3

В ходе проведения органолептических исследований опытных образцов сушеных слив установлено, что средние показатели качества (внешний вид, окраска, консистенция, аромат и вкус) всех опытных образцов снизилась (см. рисунок).

Окраска сушеных слив в основном черного и темно-коричневого цвета. Продукция из сортов Венгерка белорусская, Волат и Венера обладала темной глянцевой поверхностью, а у сорта Нарач имела неоднородную буровато-коричневую окраску.

Консистенция у всех образцов, присущая всем видам сушеных фруктов, твердая, но не грубая, не волокнистая. Однако у сортов Стенли (ст.), Венера и Нарач некоторые члены дегустационной комиссии отметили более сухую мякоть.

Вкус и запах опытных образцов свойственны сушеным сливам, без постороннего вкуса и аромата. Средняя дегустационная оценка по аромату сушеных плодов по сумме изучаемых сортов составила 4,0–4,3 балла.

Установлена средняя общая органолептическая оценка опытных образцов сушеных слив, которая составила 4,1 (Нарач) – 4,4 балла (Кромань) (см. рисунок).

Результаты органолептической оценки плодов сливы домашней после сушки показали снижение среднего дегустационного балла для всех исследуемых сортов, кроме сорта Стенли (ст.), у которого средний балл по органолептическим показателям составил 4,2. У сортов Венера, Венгерка белорусская и Кромань он снизился на 0,4 балла, у сорта Нарач – на 0,3, у сорта Волат – на 0,6 балла.

В процессе исследований выявлено соответствие опытных образцов сушеных слив требованиям ГОСТ 32896-2014 «Фрукты сушеные. Общие технические условия» [14].

ВЫВОДЫ

Определены диапазоны варьирования показателей по химическому составу свежих плодов сливы: СВ – 12,1–17,0 %; РСВ – 11,4–16,3; титруемые кислоты – 1,2–1,6; сумма сахаров – 6,6–8,5; сумма пектиновых веществ – 0,52–0,83 %.

Установлено соответствие свежих плодов сливы изучаемых сортов требованиям СТБ 2319-2013 «Плоды сливы свежие. Технические условия».

Определено содержание химических соединений в сушеных плодах изучаемых сортов сливы: массовая доля влаги в сушеных сливах в зависимости от используемого сорта составила от 20,1 (Венера) до 23,1 % (Кромань), титруемых кислот – от 4,5 (Кромань) до 6,3 (Венгерка белорусская), пектиновых веществ – от 3,94 (Венгерка белорусская) до 4,96 % (Стенли (ст.)).

Слива сушеная – продукт, полностью готовый к употреблению, средняя дегустационная оценка – 4,1–4,8 балла.

В процессе исследований выявлено соответствие опытных образцов сушеных слив требованиям ГОСТ 32896-2014 «Фрукты сушеные. Общие технические условия» по органолептическим и физико-химическим показателям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лупу, О. Ф. Теоретическое и экспериментальное исследование процесса сушки абрикос с применением ТВЧ : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.12 / О. Ф. Лупу. – Кишинев, 2005. – 168 л.
2. Мегердичев, Е. Я. Технологические требования к сортам овощных и плодовых культур, предназначенным для различных видов консервирования / Е. Я. Мегердичев. – М. : Россельхозакадемия, 2003. – 92 с.
3. Ширко, Т. С. Биохимия и качество плодов / Т. С. Ширко, И. В. Ярошевич. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 294 с.
4. Максименко, М. Г. Химико-технологическая оценка сортов и гибридов сливы / М. Г. Максименко, В. А. Матвеев // Плодоводство : науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т плодоводства ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2000. – Т. 13. – С. 237–243.



5. Максименко, М. Г. Химико-технологическое изучение сортов сливы на пригодность к различным видам переработки / М. Г. Максименко, О. Г. Зуйкевич, Г. А. Новик // Инновационные технологии в пищевой промышленности : материалы IX междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7–8 окт. 2010 г. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию»; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2010. – С. 171–175.
6. Еремин, Г. В. Слива / Г. В. Еремин, В. Л. Витковский. – М. : Колос, 1980. – 256 с.
7. Еремин, Г. В. Слива и алыча / Г. В. Еремин. – Харьков : Фолио ; М. : АСТ, 2003. – 302 с.
8. Кошелева, Т. А. Химико-технологические качества плодов сливы сортов Краснодарского края / Т. А. Кошелева // Бюл. ВИР. – 1991. – Вып. 162. – С. 55–59.
9. Розмыслова, А. Г. Химические особенности видовой коллекции рода *Prunus* Mill. / А. Г. Розмыслова // Улучшение сортимента косточковых плодовых культур для высокопродуктивных садов : (к 70-летию со дня рождения акад. РАСХН Геннадия Викторовича Ерёмкина) / Рос. акад. с.-х. наук, Гос. учреждение «Гос. науч. центр РФ ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова», Гос. науч. учреждение «Крым. опыт.-селекц. ст.» ; редкол.: А. В. Проворченко (отв. ред.) [и др.]. – Крымск : [б. и.], 2002. – С. 105–110.
10. Солонкин, А. В. Стратегия селекции вишни и сливы для создания сортов в Нижнем Поволжье, возделываемых по современным технологиям : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.05 / А. В. Солонкин ; Ниж.-Волж. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва ; [Место защиты: Всерос. науч.-исслед. ин-т риса]. – Волгоград, 2018. – 44 с.
11. Оценка плодовых культур по биохимическому составу и технологическим качествам плодов / Н. И. Савельев [и др.] // Научное обеспечение современных технологий производства, хранения и переработки плодов и ягод в России и странах СНГ : материалы Междунар. науч.-практ. конф., М., 12–14 авг. 2002 г. / Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства ; под общ. ред. В. И. Кашина. – М., 2002. – С. 220–224.
12. Биохимический состав плодов и ягод и их пригодность для переработки / Н. И. Савельев [и др.]. – Мичуринск : Изд-во ФГБНУ «ВНИИС им. И. В. Мичурина», 2004. – 124 с.
13. Кац, З. А. Производство сушеных овощей, картофеля и фруктов / З. А. Кац. – М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 216 с.
14. Фрукты сушеные. Общие технические условия : ГОСТ 32896-2014. – Введ. 01.01.2016. – М. : Стандартинформ, 2015. – 13 с.
15. Как превратить сливу в чернослив: выбираем подходящий сорт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ogorodniki.com/article/kak-prevratit-slivu-v-chnosliv-vybiraem-podkhodiashchii-sort>. – Дата доступа: 01.03.2021.
16. Малишевская, М. Ф. Рекомендации по производству сухофруктов в колхозах и совхозах Украины / М. Ф. Малишевская, Е. П. Сенина, М. Г. Гневковская. – Мелитополь : [б. и.], 1977. – 25 с.
17. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигадло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
18. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги : ГОСТ 28561-90. – Введ. 01.07.1991. – М. : Стандартинформ, 2011. – 10 с.
19. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ : ГОСТ ISO 2173-2013. – Введ. 01.07.2015. – М. : Стандартинформ, 2014, 2019. – 8 с.
20. Соки фруктовые и овощные. Метод определения титруемой кислотности = Соки з садавіны і агародніны. Метад вызначэння цітруемай кіслотнасці : СТБ ГОСТ Р 51434-2006. – Введ. 01.06.2007. – Минск : Госстандарт, 2007. – 5 с.
21. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров : ГОСТ 8756.13-87. – Введ. 01.01.1989. – М. : Стандартинформ, 2010. – 10 с.
22. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / М-во сел. хоз-ва СССР, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т садоводства им. И. В. Мичурина ; редкол.: Г. А. Лобанов [и др.] ; под общ. ред. Г. А. Лобанова. – Мичуринск : ВНИИС им. И. В. Мичурина, 1973. – 495 с.
23. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
24. Халафян, А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных : учеб. пособие / А. А. Халафян. – 3-е изд. – М. : Бином-Пресс, 2008. – 506 с.

SUITABILITY OF BELARUSIAN VARIETIES OF DOMESTIC PLUM FOR THE PRODUCTION OF DRIED FRUITS

M. G. MAKSIMENKO, G. A. NOVIK, A. M. KRIVOROT, O. S. KARANIK, D. I. MARTSINKEVICH

Summary

The article presents the results of suitability evaluation studies of 6 released varieties of domestic plum (Vengerka belorusskaya, Venera, Volat, Kroman, Narach, Stanley) for the manufacture of a product with low humidity – dried plum. The studies were carried out in 2021–2023.

The content of soluble solids in fresh plum fruits was established – 11.4–16.3 %, as well as titratable acids – 1.2–1.6 %, the amount of sugars – 6.6–8.5 %, the amount of pectin substances – 0.52–0.83 %.

The overall sensory tasting score of dried plums for all varieties was 4.1–4.8 points.

The compliance with the requirements of technical regulatory legal acts of fresh raw materials and final product made from domestic plum has been established.

Keywords: fruits, plum, variety, drying, dried fruits, taste, organoleptic indicators, consistency, Belarus.

Поступила в редакцию 13.04.2023

РОЛЬ СПОСОБОВ СОДЕРЖАНИЯ ПОЧВЫ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ И ТОВАРНОГО КАЧЕСТВА ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

Г. А. НОВИК, А. М. КРИВОРОТ, Д. И. МАРЦИНКЕВИЧ,
М. Г. МАКСИМЕНКО, О. С. КАРАНИК

*РУП «Институт плодводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследований за 2013–2015 гг. по оценке способов содержания почвы в посадках земляники садовой: ровный черный пар; черный пар в виде гребней; спанбонд; черная полиэтиленовая пленка; солома.

Использование мульчирующих материалов (спанбонд, черная пленка, солома) положительно влияет на сохранение влаги в пределах 62,7–78,5 % в почве в течение всего вегетационного периода, что соответствует оптимальному уровню для земляники садовой.

Использование мульчматериалов при возделывании земляники садовой оказало положительное влияние на увеличение размерно-массовых характеристик ягод.

Ключевые слова: земляника садовая, сорт, мульчирование почвы, урожай, влагоемкость, размерно-массовые характеристики, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

В современном производстве ягод земляники садовой применяются интенсивные технологии выращивания с использованием высокоурожайных сортов и уплотненных схем посадки.

Одним из элементов технологии также является мульчирование почвы, которое позволяет повысить урожай и его качество, улучшить внешний вид ягод за счет получения менее загрязненных, так как ягоды не имеют непосредственного контакта с почвой. При возделывании ягод земляники садовой мульчирование почвы позволяет снизить затраты на ручной труд (прополка) и гербицидную нагрузку на почву [1–3].

Мульчирование – это покрытие поверхности почвы слоем органических или неорганических материалов. Основным принципом при использовании мульчматериалов является своевременность: почву мульчируют непосредственно перед посадкой или сразу же после посадки растений.

Для мульчирования почвы при возделывании земляники садовой чаще всего используют солому, древесную щепу, агроткань, нетканый материал (спанбонд), полиэтиленовую и биоразлагаемую пленку [2, 3].

Мульчирующие материалы сохраняют влагу в почве, конденсируют ее из воздуха и, в большинстве случаев, на практике служат альтернативой капельному поливу в условиях Беларуси [4, 5].

Наиболее значимым для повышения потенциальной урожайности земляники садовой является сохранение влаги в почве, что способствует активному росту корней и образованию генеративных и вегетативных образований, а это, в свою очередь, – повышению урожайности в общем по сорту [6].

Отмечено увеличение твердости ягод у большинства сортов земляники садовой, выращенных с применением мульчирующих материалов.

В связи с этим *целью исследований* было определить влияние мульчирующих материалов на сохранение влаги в почве под насаждениями земляники садовой в течение вегетационного периода.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2013–2015 гг. в отделе хранения и переработки РУП «Институт плодводства».

Объектами исследований являлись свежие ягоды земляники садовой районированных сортов Викода, Вима Рина, Вима Тарда, Зенга-Зенгана, Кимберли.

Закладка плантации произведена в мае 2013 г. посадочным материалом фриго (класс А+). Повторность опыта трехкратная. Количество растений в повторности – 30 штук. Расположение делянок рендомизированное. Общая площадь опыта – 0,08 га.

Сорта земляники садовой возделывали на грядах шириной 1 м по двухстрочной схеме посадки 0,70 × 0,35 м между растениями (содержание почвы в междурядьях шириной 1 м – черный пар с залужением со второго года после посадки).

Варианты содержания почвы и способы ее мульчирования:

- 1) ровный черный пар (черный пар (к.));
- 2) черный пар в виде гребней (гребни);
- 3) нетканое полотно СУФ-60 (спанбонд);
- 4) черная полиэтиленовая пленка (пленка);
- 5) солома слоем 10 см с добавлением по мере слеживания во все годы исследований (солома).

На опытном участке, согласно данным агрохимической карты, преобладают дерново-подзолистые легкосуглинистые по гранулометрическому составу почвы, подстилаемые мощными лесовидными суглинками. Рельеф выровненный, экспозиция склона западная с крутизной склона 1–3°. Содержание гумуса – 2,18 %, кислотность почвы pH_{KCl} – 6,47–6,96. Обеспеченность микроэлементами в пахотном слое: доступные формы фосфора P_2O_5 – 280 мг/кг; калия K_2O – 344,0 мг/кг. Пахотный слой составляет 23 см.

Отбор проб для исследований проводили по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999) [7].

Влажность почвы по всем вариантам опыта определяли при помощи влагомеров М-300 и Т-300.

Опытные образцы свежих ягод земляники садовой второй и третьей волн сбора соответствовали ГОСТ 6828–89, 33953–2016 [8, 9].

Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью компьютерной программы STATISTICA 6.0, Microsoft Excel [10, 11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Влажность почвы – один из важных показателей при возделывании земляники садовой. Мульчирование почвы, как показывают результаты исследований, позволяет сохранить влагоемкость на оптимальном уровне (60–64 %) в течение всего вегетационного периода [12, 13]. В наших исследованиях даже в наиболее экстремальном по количеству осадков 2014 г. влажность почвы при использовании спанбонда в период с 10 мая по 24 июня находилась в пределах 63,8–76,3 %. При возделывании земляники садовой на соломе максимальная влажность почвы была зафиксирована 22 мая – 78,2 %. 24 июня этот показатель составил 70,2 %. При выращивании на пленке 10 мая и 24 июня влажность почвы была 78,5 и 62,7 % соответственно. Самый низкий показатель влагоемкости почвы был отмечен 24 июня в варианте без использования мульчматериалов (гребни) – 46,2 %, что ниже минимальной влажности при возделывании земляники садовой на 13,8 % (табл. 1).

В проведенных исследованиях выявлено, что использование мульчматериалов при возделывании земляники садовой оказало влияние на размерно-массовые характеристики ягод.

Размерно-массовые характеристики изучаемых сортов земляники садовой приведены в табл. 2. Изучение проводили по всем волнам сбора, рассчитывали средний размер, учитывая все волны сбора, что отображает средний размер и массу ягоды всего урожая.

Ягода сорта Вима Рина, выращенная на гребнях, имела среднюю высоту и диаметр 39,4 и 32,2 мм соответственно; у ягоды сорта Кимберли, возделываемого с использованием спанбонда, высота и диаметр – 31,7 и 31,1 мм соответственно; на пленке у этого сорта диаметр ягоды составил 25,7 мм, высота – 27,3 мм. У сорта Викода средний максимальный диаметр (31,1 мм) был у ягод, выращенных на гребнях, у ягод, которые выращивали на соломе, высота и диаметр составили 28,1 и 30,2 мм

Таблица 1. Влажность почвы в посадках земляники садовой при использовании мульчирующих материалов (2014 г.)

Дата учета	Среднесуточная температура воздуха, °С	Осадки за 3 дня до учета, мм	Система содержания почвы	Влажность почвы, %	Температура в корнеобитаемом слое, °С
10 мая	15,3	9,8	черный пар (к.)	78,4	13,2
			гребни	78,1	13,1
			спанбонд	76,3	14,3
			пленка	78,5	13,9
			солома	77,8	12,2
22 мая	18,9	0,3	черный пар (к.)	73,2	13,6
			гребни	72,1	13,7
			спанбонд	63,8	14,6
			пленка	75,6	13,9
			солома	78,2	14,2
24 июня	13,0	7,2	черный пар (к.)	47,6	21,8
			гребни	46,2	22,1
			спанбонд	70,8	23,2
			пленка	62,7	24,0
			солома	70,2	21,5

соответственно. Ягоды сорта Вима Тарда в варианте без использования мульчматериалов (черный пар (к.)) имели высоту 27,3 мм и наибольший поперечный диаметр – 29,4 мм; на спанбонде ягоды имели следующие характеристики – 27,2 и 25,9 мм – высота и диаметр соответственно. У сорта Зенга-Зенгана, выращенного на черной пленке, высота ягод – 31,1 мм, а диаметр – 29,3 мм; на соломе эти показатели были 25,1 и 22,5 мм соответственно.

Ягоды всех изучаемых сортов имели круглую, тупоконическую и коническую форму. Форма ягоды – это сортовой признак и тип мульчирующего материала фактически не повлиял на него. Так, у сорта Викода индекс формы в среднем по сорту составил 0,9 (ягода коническая), у сорта Кимберли этот показатель равен 1,0 (форма ягоды тупоконическая), а у сорта Зенга-Зенгана – 1,1 (форма круглая).

При оценке массы ягод, выращенных с использованием мульчматериалов, отмечена прибавка в массе ягод в среднем по сортам при применении спанбонда и соломы. Так, у сорта Кимберли прибавка при возделывании на спанбонде и соломе составила 20,1 и 22,1 % соответственно. У сорта Викода применение мульчматериалов оказало прибавку массы ягоды по отношению к контролю в варианте со спанбондом 6,77 %, а с использованием пленки – 0,75 %. У сорта Вима Тарда максимальная прибавка по массе ягод была 5,22 % при использовании спанбонда.

Применение мульчматериалов оказало положительное влияние на урожай исследуемых сортов земляники садовой (табл. 3).

В среднем за годы исследований наибольшим урожаем характеризовались варианты опыта с применением спанбонда и соломы: 0,25 кг/куст – Кимберли, 0,17 и 0,16 кг/куст соответственно – Викода, 0,21 и 0,22 кг/куст соответственно – Вима Тарда. Прибавка урожая по сравнению с контролем составила 6,7–25,0 %. При возделывании сортов на гребнях по сравнению с контрольным вариантом наблюдалось уменьшение урожая у некоторых сортов: Вима Тарда – на 5,6 %, Зенга-Зенгана – на 7,7 и Кимберли – на 5,0 %.

Исходя из результатов исследования изучаемых сортов земляники садовой, применение спанбонда и соломы увеличило урожай с куста на 18,8 %, использование черной пленки – на 12,5 %.

Известно, что химический состав ягод земляники садовой зависит не только от особенностей сорта, но и от погодных условий в период формирования ягод. Так, земляника садовая, которая созревает в прохладных условиях с большим количеством осадков, имеет менее сладкие, но более сочные ягоды, в которых увеличивается количество аскорбиновой кислоты. В ягодах, которые созревали в сухой, теплый период, накапливается больше сахаров и ароматических соединений. Растворимые сухие вещества (РСВ) имеют большое значение для определения потребительских

Таблица 2. Размерно-массовая характеристика ягод земляники садовой в зависимости от применяемых мульчирующих материалов (2013–2015 гг.)

Сорт	Система содержания почвы	Размеры ягоды, мм		Индекс формы	Средняя масса ягоды, г	±% к контролю
		высота	диаметр			
Викода	черный пар (к.)	27,5	30,1	0,9	13,3	–
	гребни	26,9	31,1	0,9	13,1	–1,50
	спанбонд	27,6	29,1	1,0	14,2	+6,77
	пленка	28,0	29,5	0,9	13,4	+0,75
	солома	28,1	30,2	0,9	13,5	+1,50
Среднее по сорту		27,6	30,0	0,9	13,5	–
НСР _{0,05}		1,38	1,67	0,11	2,42	–
Вима Рина	черный пар (к.)	30,6	26,6	1,1	10,2	–
	гребни	39,4	32,2	1,2	10,1	–0,98
	спанбонд	29,3	25,5	1,2	11,5	+12,75
	пленка	31,6	28,8	1,1	9,6	–5,89
	солома	31,4	23,6	1,3	11,2	+9,80
Среднее по сорту		32,5	27,3	1,2	10,5	–
НСР _{0,05}		1,94	1,41	0,10	1,35	–
Вима Тарда	черный пар (к.)	27,3	29,4	0,9	13,4	–
	гребни	25,0	27,4	0,9	11,9	–11,20
	спанбонд	27,2	25,9	1,1	14,1	+5,22
	пленка	24,8	28,5	0,9	14,0	+4,48
	солома	26,6	26,8	1,0	13,9	+3,70
Среднее по сорту		26,2	27,6	1,0	13,5	–
НСР _{0,05}		1,06	1,36	0,08	0,83	–
Зенга-Зенгана	черный пар (к.)	29,4	26,9	1,1	11,3	–
	гребни	29,3	28,1	1,0	10,5	–7,08
	спанбонд	29,4	26,9	1,1	11,8	+4,42
	пленка	31,1	29,3	1,1	10,5	–7,08
	солома	25,1	22,5	1,1	12,5	+10,62
Среднее по сорту		28,9	26,7	1,1	11,32	–
НСР _{0,05}		0,74	0,84	0,08	1,17	–
Кимберли	черный пар (к.)	22,3	22,2	1,0	14,9	–
	гребни	30,4	28,9	1,0	12,1	–18,80
	спанбонд	31,7	31,1	1,0	17,9	+20,13
	пленка	27,3	25,7	1,1	14,5	–2,68
	солома	30,8	31,9	1,0	18,2	+22,14
Среднее по сорту		28,5	28,0	1,0	15,5	–
НСР _{0,05}		1,44	1,08	0,05	0,54	–

качеств того или иного сорта, а в сочетании с кислотами и сахарами влияют на вкус ягод земляники садовой.

Применение мульчирующих материалов воздействовало и на формирование биохимического состава ягод земляники садовой.

Содержание сухих веществ (СВ) в ягодах земляники садовой в зависимости от года и типа мульчматериалов варьировало в пределах 7,1–16,9 %. Минимальное количество СВ было у ягод, которые возделывались на пленке (7,1 %), максимальное – у ягод, которые возделывались без мульчматериалов на гребнях (16,9 %), при выращивании ягод на спанбонде этот показатель в среднем составил 12,5 %.

РСВ у земляники садовой в зависимости от мульчматериалов были в диапазоне от 8,32 (пленка) до 12,81 % (спанбонд). Среднее значение РСВ в контрольном варианте (черный пар (к.)) – 10,15 %.

Основной показатель вкуса ягод земляники садовой – это содержание в них сахаров, составляющих основу РСВ. Средний показатель содержания монозы в ягодах земляники садовой в зависимости от типа мульчи варьировал в пределах 4,94 (пленка) – 5,72 % (спанбонд). Минимальное количество монозы наблюдалось у ягод земляники садовой, возделываемых на пленке (3,63 %).

Таблица 3. Урожай сортов земляники садовой в зависимости от мульчирующих материалов (2013–2015 гг.)

Сорт	Система содержания почвы	Суммарный урожай с куста, кг/куст				
		2013	2014	2015	Среднее по годам	± % к контролю
Викода	черный пар (к.)	0,12	0,17	0,15	0,14	–
	гребни	0,13	0,17	0,17	0,15	+7,1
	спанбонд	0,15	0,20	0,17	0,17	+21,4
	пленка	0,14	0,18	0,17	0,16	+14,3
	солома	0,14	0,18	0,17	0,16	+14,3
НСР _{0,05}		0,015	0,019	0,029	0,060	–
Вима Рина	черный пар (к.)	0,13	0,17	0,16	0,15	–
	гребни	0,13	0,18	0,15	0,15	0
	спанбонд	0,15	0,21	0,19	0,18	+20,0
	пленка	0,12	0,20	0,16	0,16	+6,7
	солома	0,15	0,22	0,18	0,18	+20,0
НСР _{0,05}		0,023	0,023	0,027	0,017	–
Вима Тарда	черный пар (к.)	0,16	0,21	0,18	0,18	–
	гребни	0,14	0,20	0,18	0,17	–5,6
	спанбонд	0,17	0,25	0,22	0,21	+16,7
	пленка	0,15	0,29	0,20	0,21	+16,7
	солома	0,18	0,25	0,24	0,22	+22,2
НСР _{0,05}		0,025	0,030	0,033	0,038	–
Зенга-Зенгана	черный пар (к.)	0,11	0,15	0,13	0,13	–
	гребни	0,10	0,15	0,12	0,12	–7,7
	спанбонд	0,13	0,18	0,15	0,15	+15,4
	пленка	0,13	0,15	0,14	0,14	+7,7
	солома	0,13	0,18	0,15	0,15	+15,4
НСР _{0,05}		0,024	0,029	0,038	0,013	–
Кимберли	черный пар (к.)	0,19	0,22	0,19	0,20	–
	гребни	0,18	0,21	0,19	0,19	–5,0
	спанбонд	0,22	0,28	0,25	0,25	+25,0
	пленка	0,19	0,25	0,22	0,22	+10,0
	солома	0,21	0,29	0,25	0,25	+25,0
НСР _{0,05}		0,011	0,038	0,017	0,022	–
Среднее по сортам и по годам						
черный пар (к.)		0,14	0,18	0,16	0,16	–
гребни		0,13	0,18	0,16	0,16	0
спанбонд		0,16	0,22	0,19	0,19	+18,8
пленка		0,15	0,22	0,18	0,18	+12,5
солома		0,16	0,22	0,20	0,19	+18,8
НСР _{0,05}		0,022	0,025	0,026	0,018	–

Сахароза в свежих ягодах земляники садовой составила в среднем по всем мульчматериалам 1,17 %. Самое высокое значение суммы сахаров наблюдалось у ягод, которые выращивались на спанбонде, – 8,42 %. У ягод, которые выращивались на соломе, сумма сахаров варьировала в пределах 4,47–7,32 %.

Вкусовые качества ягод земляники садовой в значительной степени зависят от кислотности. Так, у ягод, которые выращивались без мульчматериала (черный пар (к.) и гребни), титруемая кислотность составила 1,18 и 1,04 % соответственно. СКИ находился в пределах от 5,3 – ягоды, выращенные без мульчирующего материала, до 6,5 – у ягод, полученных на спанбонде (табл. 4).

Количество растворимого пектина у ягод земляники садовой во всех вариантах опыта в среднем составило 0,36 %. Максимальное значение протопектина у ягод, выращенных на спанбонде, – 0,51 %, минимальное – 0,20 % – в контрольном варианте. Сумма пектиновых веществ варьировала от 0,52 (солома) до 0,89 % (спанбонд).

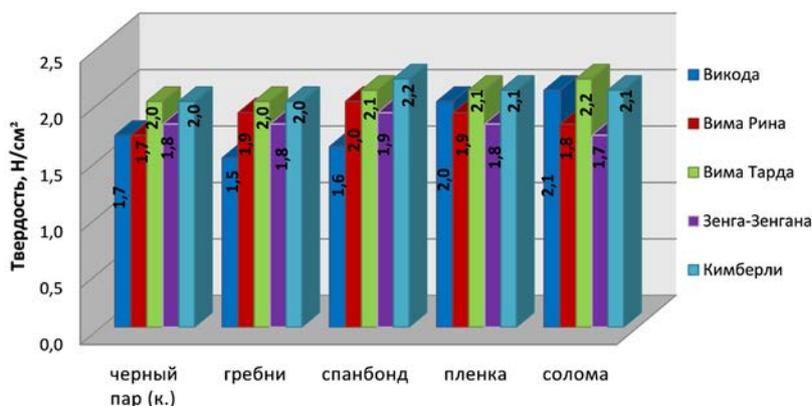
Ценность ягод земляники садовой определяется содержанием в них биологически активных веществ. Земляника садовая является ценным источником витамина С. Так, варьирование этого показателя в ягодах в зависимости от мульчи находилось в диапазоне от 21,60 (солома) до 40,20 мг/100 г аскорбиновой кислоты (спанбонд). Следует отметить, что накопление аскорбиновой кислоты в ягодах земляники садовой незначительно зависело от типа мульчирующего материала: среднее значение содержания витамина С составило 28,0 мг/100 г.

Таблица 4. Биохимический состав ягод земляники садовой в момент уборки в зависимости от мульчирующего материала (2013–2014 гг.)

Биохимические показатели	Система содержания почвы				
	черный пар (к.)	гребни	спанбонд	пленка	солома
СВ, %	<u>lim 10,5–15,3</u> 12,2	<u>lim 9,9–16,9</u> 12,2	<u>lim 10,5–15,7</u> 12,5	<u>lim 7,1–12,8</u> 9,8	<u>lim 9,4–13,1</u> 11,2
РСВ, %	<u>lim 8,42–12,52</u> 10,15	<u>lim 8,44–11,22</u> 9,86	<u>lim 8,92–12,81</u> 10,78	<u>lim 8,32–10,10</u> 9,17	<u>lim 8,44–10,51</u> 9,61
Титруемая кислотность, %	<u>lim 1,10–1,40</u> 1,18	<u>lim 0,70–1,30</u> 1,04	<u>lim 0,90–1,40</u> 1,10	<u>lim 0,80–1,30</u> 1,10	<u>lim 0,80–1,30</u> 1,06
Монозы, %	<u>lim 4,59–6,23</u> 5,19	<u>lim 4,10–6,19</u> 4,95	<u>lim 5,10–6,68</u> 5,72	<u>lim 3,63–6,12</u> 4,94	<u>lim 3,72–6,45</u> 5,19
Сахароза, %	<u>lim 0,43–2,80</u> 1,08	<u>lim 0,36–2,00</u> 1,26	<u>lim 0,61–2,61</u> 1,44	<u>lim 0,71–1,87</u> 1,06	<u>lim 0,75–1,42</u> 1,03
Сумма сахаров, %	<u>lim 5,37–7,39</u> 6,27	<u>lim 5,29–6,95</u> 6,21	<u>lim 5,71–8,42</u> 7,16	<u>lim 5,40–6,84</u> 6,05	<u>lim 4,47–7,32</u> 6,22
Растворимый пектин, %	<u>lim 0,34–0,46</u> 0,39	<u>lim 0,33–0,40</u> 0,35	<u>lim 0,31–0,43</u> 0,38	<u>lim 0,29–0,40</u> 0,34	<u>lim 0,28–0,39</u> 0,35
Протопектин, %	<u>lim 0,20–0,45</u> 0,31	<u>lim 0,22–0,38</u> 0,30	<u>lim 0,37–0,51</u> 0,43	<u>lim 0,32–0,47</u> 0,38	<u>lim 0,23–0,47</u> 0,39
Сумма пектиновых веществ, %	<u>lim 0,61–0,81</u> 0,73	<u>lim 0,58–0,73</u> 0,65	<u>lim 0,77–0,89</u> 0,81	<u>lim 0,61–0,78</u> 0,73	<u>lim 0,52–0,83</u> 0,74
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	<u>lim 22,08–38,10</u> 27,30	<u>lim 22,80–36,02</u> 27,89	<u>lim 22,90–40,20</u> 29,11	<u>lim 23,20–37,50</u> 27,54	<u>lim 21,60–38,60</u> 28,16
Фенольные соединения, мг/100 г	<u>lim 150,90–539,40</u> 311,92	<u>lim 160,00–550,70</u> 333,60	<u>lim 156,70–558,30</u> 335,48	<u>lim 157,80–552,80</u> 319,0	<u>lim 38,60–553,90</u> 310,60
СКИ	5,3	6,0	6,5	5,5	5,9

Фенольные соединения у ягод, которые возделывались на пленке, находились в пределах 157,80–552,80 мг/100 г. Максимальное значение фенольных соединений при возделывании без мульчматериалов и с их применением варьировало в пределах 539,40–558,30 мг/100 г.

Транспортабельность и товарные качества ягод зависят от их твердости. Твердость ягод связана с более простыми признаками: прочность кожицы, плотность мякоти, число, расположение



Твердость ягод земляники садовой (среднее за 2013–2015 гг.), Н/см²

и величина семян. Все эти признаки наследуются количественно и независимо от величины, привлекательности, сроков созревания ягод, урожайности и многих других признаков [14–18].

Максимальная твердость была у ягод сорта Кимберли, выращенных на спанбонде, и Вима Тарда, выращенных на соломе ($2,2 \text{ Н/см}^2$) (см. рисунок).

Самый низкий показатель твердости был у сорта Викода, который возделывался на гребнях без использования мульчматериалов, – $1,5 \text{ Н/см}^2$. У сорта Зенга-Зенгана во всех вариантах опыта твердость варьировала от 1,7 до $1,9 \text{ Н/см}^2$. У сорта Вима Тарда твердость ягод, которые выращивались на пленке, составила $2,1 \text{ Н/см}^2$.

ВЫВОДЫ

Использование мульчирующих материалов (спанбонд, черная пленка, солома) в посадках земляники садовой положительно влияет на сохранение оптимального содержания влаги в пределах 62,7–78,5 % в почве в течение всего вегетационного периода.

Наиболее эффективным оказалось применение спанбонда СУФ-60, обеспечившее увеличение урожайности земляники садовой на 16,7–25,0 % в зависимости от сорта.

В проведенных исследованиях выявлено, что использование мульчматериалов при возделывании земляники садовой оказало положительное влияние на размерно-массовые характеристики ягод. У ягод, выращенных с использованием мульчматериалов, отмечена прибавка в массе в среднем по сортам при применении спанбонда и соломы. Так, у сорта Кимберли прибавка при возделывании на спанбонде и соломе составила 20,1 и 22,1 % соответственно.

Выявлена различная сортовая реакция на изучаемые типы мульчирующих материалов, что необходимо учитывать при коммерческих посадках земляники садовой и выборе системы содержания почвы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Новик, Г. А. Влияние осадков вегетационного периода и типа мульчирующего материала на распространенность болезней во время хранения земляники садовой в Беларуси / Г. А. Новик, А. М. Криворот // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2017. – № 4. – С. 129–132.
2. Тутова, Т. Н. Влияние мульчирования на перезимовку земляники садовой / Т. Н. Тутова, Ю. С. Редругина // Научное и кадровое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения : материалы Всерос. науч.-практ. конф., Ижевск, 16–19 февр. 2016 г. : в 3 т. / Ижев. гос. с.-х. акад. ; ред. С. В. Полтанова. – Ижевск, 2016. – Т. 1. – С. 109–112.
3. Тутова, Т. Н. Реакция сортов земляники садовой на мульчирование / Т. Н. Тутова // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Ижевск, 14–17 февр. 2017 г. : в 3 т. / Ижев. гос. с.-х. акад. ; ред. С. В. Полтанова. – Ижевск, 2017. – Т. 1. – С. 137–141.
4. Емельянова, О. В. Предварительная оценка применения мульчирующих материалов в прикустовой полосе насаждений малины ремонтантной / О. В. Емельянова, А. М. Криворот // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2013. – № 2. – С. 50–53.
5. Емельянова, О. В. Влияние мульчирующих материалов на развитие корневой системы малины ремонтантной первого товарного плодоношения / О. В. Емельянова, А. М. Криворот, Д. Б. Радкевич // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол. : В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2014. – Т. 26. – С. 212–218.
6. Литвинова, Г. Я. Изучение интродуцированных сортов садовой земляники в условиях муссонного климата / Г. Я. Литвинова // Междунар. науч.-исслед. журн. – 2018. – № 11 (77), ч. 2. – С. 29–32.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Джигалло [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
8. Земляника свежая. Требования при заготовках, поставках и реализации : ГОСТ 6828-89. – Введ. 01.01.1991. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 8 с.
9. Земляника свежая. Технические условия : ГОСТ 33953-2016. – Введ. 01.07.2017. – М. : Стандартинформ, 2016. – 12 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Халафян, А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных : учеб. пособие / А. А. Халафян. – 3-е изд. – М. : Бином-Пресс, 2008. – 506 с.
12. Рожков, В. А. Методы изучения корневых систем растений в поле и лаборатории : учеб.-метод. пособие / В. А. Рожков, И. В. Кузнецова, Х. Р. Рахматуллоев. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во Моск. гос. ун-та леса, 2008. – 51 с.

13. Шатковский, А. П. Закономерности развития корневой системы яблони при разных режимах орошения / А. П. Шатковский, Ф. А. Минза // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 1 (128). – С. 52–55.
14. Мусаева, К. М. Оценка сортов и отборов земляники садовой по прочности и вкусу ягод / К. М. Мусаева, Н. В. Андропова // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XI Междунар. науч. конф. / Брян. гос. с.-х. акад. ; редкол.: С. М. Сычев, В. Ю. Симонов, А. В. Волков. – Брянск, 2014. – С. 148–149.
15. Жбанова, Е. В. Товарно-потребительские и технологические качества ягод перспективных сортов земляники / Е. В. Жбанова, И. В. Лукьянчук // Austr. J. of Techn. a. Natural Sci. – 2015. – Vol. 1/2. – P. 84–86.
16. Козлова, И. И. Товарные качества ягод перспективных сортов земляники / И. И. Козлова // Технологии пищевой и перераб. пром-сти АПК – продукты здорового питания. – 2016. – № 3. – С. 19–25.
17. Андропова, Н. В. Товарные показатели ягод сортов и отборов земляники садовой / Н. В. Андропова // Теория и практика современного ягодоводства: от сорта до продукта : материалы Междунар. науч. конф., Самохваловичи, 16–18 июля 2014 г. / РУП «Ин-т плодоводства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2014. – С. 223–226.
18. Roudeillac, P. Breeding for fruit quality and nutrition in strawberries / P. Roudeillac, K. Trajkovski // Acta Horticulturae. – 2004. – № 649. – P. 55–60.

THE ROLE OF SOIL MAINTENANCE PRACTICES IN FORMING YIELD AND COMMERCIAL QUALITY OF GARDEN STRAWBERRY

G. A. NOVIK, A. M. KRIVOROT, D. I. MARTSINKEVICH,
M. G. MAKSIMENKO, O. S. KARANIK

Summary

The article presents the results of study evaluation of the soil maintenance practices in garden strawberry plantations: bare fallow; fallow by way of ridges; spunbond; black pallet wrap; straw – for the period of 2013–2015.

The use of mulching materials (spunbond, black pallet wrap, straw) has a positive effect on conservation of soil moisture in the range of 62.7–78.5 % throughout the growing season, which corresponds to the optimal level for garden strawberry.

The use of mulch materials in the cultivation of garden strawberry has had a positive effect on increasing the size-mass characteristics of berries.

Keywords: garden strawberry, variety, soil mulching, yield, moisture capacity, size-mass characteristics, Belarus.

Поступила в редакцию 13.04.2023

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛОДОВ АЙВЫ ЯПОНСКОЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ СОКОСОДЕРЖАЩИХ НАПИТКОВ

М. Г. МАКСИМЕНКО, Г. А. НОВИК, О. С. КАРАНИК,
А. М. КРИВОРОТ, Д. И. МАРЦИНКЕВИЧ

РУП «Институт плодородства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты изучения качества по органолептическим показателям сокосодержащих напитков из плодов малораспространенных плодовых и ягодных культур: айва японская (хеномелес японский) (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach), арония черноплодная (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott), бузина черная (*Sambucus nigra* L.), калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.), малина ремонтантная (*Rubus idaeus* L.).

Установлены перспективы использования плодов вышеуказанных культур в производстве сокосодержащих напитков.

Выявлено, что добавление сока айвы японской позволяет получать купажируемые напитки с красивым внешним видом и окраской (1,20–1,47 балла), приятным ароматом (2,40–2,88 балла), гармоничным вкусом (3,12–3,84 балла) и общей дегустационной оценкой 8,34–9,78 балла.

Ключевые слова: плоды, айва японская, арония, бузина черная, малина, калина, сокосодержащие напитки, органолептические показатели, внешний вид, цвет, аромат, вкус.

ВВЕДЕНИЕ

Айва японская (хеномелес японский) (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach) – введенное в культуру растение, многолетний листопадный кустарник высотой 0,5–1,0 м с ежегодным плодоношением. Культура скороплодная и долговечная (50–60 лет), а также засухоустойчивая, светолюбивая, перекрестноопыляемая. Средний урожай с куста от 1 кг в начале плодоношения до 3,5 кг в период полного плодоношения. Созревание плодов – сентябрь–октябрь. Плоды по биохимическому составу выделяются среди других семечковых культур, приближаясь по основным показателям к лимонам. Их характерной особенностью является низкое содержание сахаров и высокая кислотность. Основная часть сахаров в плодах айвы японской представлена поставщиками энергии – глюкозой и фруктозой. Сахароза, противопоказанная больным диабетом, отсутствует или находится в незначительных количествах. В плодах накапливается большое количество витамина Р, С и пектиновых веществ. Кроме того, имеются витамины А, В1, В6, РР и различные минеральные макро- и микроэлементы. Благодаря такому составу айва японская способствует выведению холестерина из организма человека, обладает антимикробными, противовоспалительными и другими полезными свойствами. Особенно ценят ее за специфический аромат зрелых плодов, обусловленный наличием в кожице эфирных масел, возбуждающих аппетит, обладающих фитонцидными свойствами. Антимикробные свойства фитонцидов позволяют использовать плоды в качестве противовоспалительного средства. В государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь включены сорта Лихтар, Ароматный и Осенний [1–5].

Плоды айвы японской в свежем виде практически не употребляют из-за твердой, сильнокислой мякоти. В консервной промышленности наиболее распространенными видами их переработки является соковая продукция в купаже из других низкокислотных плодов и овощей (яблоки, груши, тыква, морковь и др.), сироп, варенье, повидло; в кондитерской – мармелад, цукаты, начинки; в винодельческой – в качестве ароматизатора [1].

Медики многих стран определяют напиток как оптимальную форму пищевого продукта, используемого для обогащения организма человека биологически активными веществами. К сожалению, основной сегмент рынка составляют дешевые напитки с ароматизаторами, вкусовыми добавками и сахарозаменителями, вредное действие которых уже ни у кого не вызывает сомне-

ния. Поэтому сокосодержащая продукция с использованием натурального фруктового сырья завоевывает все бóльшую популярность и пользуется стабильным, постоянно растущим спросом, что объясняется желанием потребителей вести здоровый образ жизни [6–9]. В то же время следует отметить, что в производстве сокосодержащих напитков практически не используется сырье аронии, бузины черной, малины, калины и айвы японской, богатых различными полезными веществами, в том числе природными антиоксидантами.

Цель исследования – оценить качество безалкогольных сокосодержащих напитков по органолептическим показателям в зависимости от добавления различных объемных частей сока из плодов айвы японской.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований стали образцы безалкогольных сокосодержащих концентрированных напитков, изготовленные в лабораторных условиях в отделе хранения и переработки РУП «Институт плодоводства», содержащие соки аронии, бузины черной, малины, калины и айвы японской, упакованные в ПЭТ бутылки вместимостью 500 см³. Содержание растворимых сухих веществ в напитках составляло 15 %, фруктовой части – 11 %.

Определение органолептических показателей опытных образцов напитков осуществляли члены дегустационной комиссии РУП «Институт плодоводства» по 5-балльной шкале. Для более объективной оценки введен коэффициент значимости, учитывающий значение каждого показателя в суммарной дегустационной оценке: внешний вид – 0,3, цвет – 0,3, аромат – 0,6, вкус – 0,8. Сумма произведений полученных дегустационных баллов и коэффициента значимости представляет общую оценку образца. Так, качество продукта, оцененного на 9,0–10,0 балла, считают отличным, 8,0–8,9 балла – хорошим, 7,0–7,9 балла – удовлетворительным.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ввиду того, что многие ягодные и фруктовые соки часто бывают очень кислого или, наоборот, пресного вкуса, они не всегда пригодны для употребления в чистом виде. Для улучшения вкусовых качеств, придания привлекательного внешнего вида применяют смешивание (купажирование) их друг с другом. Умелый подбор входящих в состав купажа соков дает возможность получить конечный продукт с приятным ароматом, гармоничным вкусом, имеющий нужное количество витаминов и других полезных веществ. В результате анализа литературных данных, на основании потребительских предпочтений в отношении различных видов соков и анализа отечественного рынка соков в качестве натуральной основы для разрабатываемых напитков были взяты соки малины, бузины черной, калины, аронии, айвы японской. При выборе компонентов напитков также учитывались следующие факторы: богатый биохимический и минеральный состав, одновременность созревания исходного сырья, совместимость по вкусовым качествам. Были изготовлены опытные образцы купажированных сокосодержащих напитков и мононапитков (в качестве контрольных), содержащие фруктовый сок из плодов одной культуры (см. рисунок).



Опытные образцы безалкогольных сокосодержащих напитков

Как видно из табл. 1, большинство опытных образцов характеризовались отличными органолептическими показателями, имели привлекательный красивый внешний вид и цвет, гармоничный вкус и аромат, свойственные свежим плодам и ягодам, из которых изготовлен напиток.

Таблица 1. Органолептические показатели качества безалкогольных сокодержащих мононапитков

Фруктовая часть напитка	Органолептическая оценка, балл				
	внешний вид	цвет	аромат	вкус	общий балл
Айва японская (11 %)	1,26	1,23	2,88	3,76	9,13
Арония (11 %)	1,44	1,44	2,58	3,52	8,98
Бузина черная (11 %)	1,44	1,44	2,58	3,44	8,90
Калина (11 %)	1,41	1,41	2,22	2,80	7,84
Малина (11 %)	1,38	1,38	2,76	3,76	9,28

Однако следует отметить, что напиток из калины характеризовался специфическим ароматом и привкусом, который не всем дегустаторам понравился, в связи с чем дегустационная оценка этого образца по вкусу составила 2,80 балла (3,5 балла по 5-балльной шкале), по аромату – 2,22 балла (3,7 балла по 5-балльной шкале) и общий балл – 7,84. Несмотря на то, что в напитки из бузины черной и аронии черноплодной при изготовлении добавлялся раствор лимонной кислоты с целью доведения активной кислотности (рН) до нормируемого показателя (не более 3,7), образцы из плодов данных культур обладали пресноватым вкусом и слабым ароматом.

Для придания исследуемым напиткам более выраженного аромата и вкуса использовали различные варианты купажирования их с соком айвы японской (табл. 2, 3).

Таблица 2. Органолептические показатели качества безалкогольных сокодержащих двухкомпонентных напитков

Фруктовая часть напитка	Органолептическая оценка, балл				
	внешний вид	цвет	аромат	вкус	общий балл
Арония (3 %), айва японская (8 %)	1,38	1,38	2,82	3,84	9,42
Бузина черная (3 %), айва японская (8 %)	1,23	1,38	2,76	3,84	9,21
Калина (3 %), айва японская (8 %)	1,26	1,20	2,52	3,36	8,34
Малина (3 %), айва японская (8 %)	1,23	1,38	2,70	3,68	8,99
Арония (5,5 %), айва японская (5,5 %)	1,38	1,41	2,88	3,84	9,51
Бузина черная (5,5 %), айва японская (5,5 %)	1,41	1,41	2,82	3,76	9,40
Калина (5,5 %), айва японская (5,5 %)	1,32	1,29	2,52	3,36	8,49
Малина (5,5 %), айва японская (5,5 %)	1,35	1,35	2,70	3,60	9,00
Арония (8 %), айва японская (3 %)	1,41	1,44	2,88	3,84	9,57
Бузина черная (8 %), айва японская (3 %)	1,41	1,41	2,88	3,84	9,78
Калина (8 %), айва японская (3 %)	1,44	1,44	2,40	3,12	8,64
Малина (8 %), айва японская (3 %)	1,35	1,35	2,70	3,68	9,31

Таблица 3. Органолептические показатели качества безалкогольных сокодержащих трехкомпонентных напитков

Фруктовая часть напитка	Органолептическая оценка, балл				
	внешний вид	цвет	аромат	вкус	общий балл
Арония (5 %), бузина (3 %), айва японская (3 %)	1,41	1,41	2,76	3,68	9,26
Арония (5 %), малина (3 %), айва японская (3 %)	1,41	1,47	2,82	3,84	9,54
Бузина (5 %), арония (3 %), айва японская (3 %)	1,44	1,44	2,88	3,84	9,60
Бузина (5 %), малина (3 %), айва японская (3 %)	1,44	1,44	2,88	3,84	9,60
Малина (5 %), арония (3 %), айва японская (3 %)	1,44	1,44	2,76	3,76	9,40
Малина (5 %), бузина (3 %), айва японская (3 %)	1,44	1,47	2,76	3,76	9,43

В результате было выявлено, что добавление сока айвы японской позволило получить напитки с гармоничным вкусом и ароматом. Общая дегустационная оценка, учитывающая внешний вид, цвет, вкус и аромат продукта, составила от 8,34 до 9,78 балла.

Как видно из табл. 2, в основном все исследуемые опытные образцы двухкомпонентных напитков по сумме органолептических показателей набрали от 8,34 (калина – 3 %, айва японская – 8 %) до 9,78 балла (бузина черная – 8 %, айва японская – 3 %), были выше контрольных образцов от 7,84 (калина – 11 %) до 9,28 балла (малина – 11 %). Исключение составили напитки с содержанием сока малины – 3 % и айвы японской – 8 %, сока малины и айвы японской – по 5,5 % соответственно. В данных образцах незначительно снизились показатели вкуса и аромата, в то же время по общему баллу они остались на уровне «отличных».

Большим спросом на рынке пользуются мультинапитки, поэтому была поставлена задача изготовить опытные образцы трехкомпонентных напитков и провести исследования по определению органолептических показателей готового продукта.

В табл. 3 приведены результаты исследования качества трехкомпонентных сокодержащих напитков по органолептическим показателям.

Исследуемые образцы обладали хорошим внешним видом (1,41–1,44 балла), привлекательным, красивым, насыщенным цветом (1,41–1,47 балла), приятным ароматом (2,76–2,88 балла), гармоничным вкусом (3,68–3,84 балла), свойственным свежим плодам, из которых изготовлен напиток. По общему баллу все образцы можно отнести к группе «отличных».

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали перспективность применения плодов айвы японской (хеномелеса японского), аронии черноплодной, бузины черной, калины обыкновенной и малины ремонтантной в производстве сокодержащих напитков.

Добавление сока айвы японской позволяет получать напитки с красивым внешним видом и окраской (1,20–1,47 балла), приятным освежающим ароматом (2,40–2,88 балла), гармоничным вкусом (3,12–3,84 балла) и общей дегустационной оценкой 8,34–9,78 балла.

Полученные результаты исследований позволяют начать работы по разработке рецептур сокодержащих напитков, расширить ассортимент, повысить качество и конкурентоспособность соковой продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рекомендации по возделыванию и использованию плодов малораспространенных плодовых и ягодных культур / РУП «Ин-т плодоводства»; сост.: М. Г. Максименко [и др.]. – Самохваловичи : [б. и.], 2012. – 39 с.
2. Лойко, Р. Фрукты и овощи – источник здоровья / Р. Лойко, З. Кавецки. – Минск : Лазурак, 2001. – 264 с.
3. Меженский, В. Н. Хеномелес / В. Н. Меженский. – М. : АСТ ; Донецк : Сталкер, 2004. – 62 с.
4. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sorttest.by/img/gosudarstvennyu_reyestr_2022.pdf. – Дата доступа: 25.01.2023.
5. Современный сортимент садовых насаждений Беларуси / В. А. Борисевич [и др.]; под общ. ред. З. А. Козловской, В. А. Самуся. – Минск : Наша идея, 2014. – 219 с.
6. Кошева, В. Н. Использование натурального сырья при производстве безалкогольных напитков / В. Н. Кошева, В. М. Сидор // Инновационные технологии в пищевой промышленности : материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 5–6 окт. 2011 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию»; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2011. – Ч. 1. – С. 53–55.
7. Новые натуральные напитки на основе соковых экстрактов / Е. М. Моргунова [и др.] // Пищевая пром-сть: наука и технологии. – 2013. – № 4 (22). – С. 61–65.
8. Николаева, Н. Г. Технология и оборудование производства безалкогольных напитков / Н. Г. Николаева, Л. Г. Елизарова. – М. : Колос, 2003. – 132 с.
9. Киселева, Т. Ф. Безалкогольные напитки «Шорле» из натурального сырья / Т. Ф. Киселева, А. В. Дюжев, М. В. Кардашева // Техника и технология пищевых пр-в. – 2013. – № 2. – С. 31–34.

**PROSPECTS FOR THE USE OF JAPANESE QUINCIE FRUIT
IN THE PRODUCTION OF JUICE-CONTAINING BEVERAGES**

M. G. MAKSIMENKO, G. A. NOVIK, O. S. KARANIK,
A. M. KRIVOROT, D. I. MARTSINKEVICH

Summary

The article presents the results of studying the quality of juice-containing beverages made from fruits of less common fruit and berry crops: Japanese quince (Japanese chaenomeles) (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach), black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott), black elderberry (*Sambucus nigra* L.), common viburnum (*Viburnum opulus* L.), primocane raspberry (*Rubus idaeus* L.) in terms of organoleptic indicators.

The prospects for the use of fruits of the aforementioned crops in the production of juice-containing beverages have been identified.

The report has found that the addition of Japanese quince juice makes it possible to produce blended beverages with an attractive appearance and color (1.20–1.47 points), pleasant aroma (2.40–2.88 points), harmonious taste (3.12–3.84 points) and an overall sensory score of 8.34–9.78 points.

Keywords: fruits, Japanese quince, chokeberry, black elderberry, raspberry, viburnum, juice beverages, organoleptic indicators, appearance, color, aroma, taste.

Поступила в редакцию 20.03.2023

ОБЗОРЫ

УДК 634.737:631.5:631.8(048.8)
HTTPS://DOI.ORG/10.47612/0134-9759-2023-35-170-177

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ УХОДА
ЗА ГОЛУБИКОЙ ВЫСОКОРОСЛОЙ**

Т. В. РАДКЕВИЧ

*РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

В обзорной статье представлены основные сведения о технологиях выращивания голубики высокорослой в открытом и защищенном грунте в разных странах мира. Приведены основные элементы технологии возделывания голубики высокорослой: мульчирование, минеральное питание, фертигация, обрезка, которые способствуют повышению урожайности и качества продукции. Широкое внедрение в практику промышленного и приусадебного садоводства Беларуси культуры голубики позволит не только увеличить объемы производства свежих плодов, но и разнообразить отечественный ягодный ассортимент, способствуя снижению импортных и расширению экспортных поставок конкурентоспособной, пользующейся большой популярностью у населения продукции.

Ключевые слова: голубика высокорослая, классическая технология выращивания, контейнерная технология выращивания, мульчирование, минеральные удобрения, фертигация, некорневые подкормки, обрезка, страны мира, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Голубика – одна из ведущих в мире ягодных культур. Обильное плодоношение, крупные ягоды хорошего вкуса, а также высокая декоративность способствуют росту популярности этой культуры. Ягоды голубики обладают уникальным комплексом витаминов, минеральных и органических веществ, большой питательной ценностью и не являются аллергенными. Потребление их в пищу оказывает положительное влияние на здоровье и продолжительность жизни человека [1–3].

Высокие вкусовые и лечебные качества ягод голубики высокорослой обусловили постоянно растущий спрос на свежие ягоды. В Европе лидерами по потреблению плодов голубики являются британцы, где статистический гражданин употребляет 0,86 кг в течение года. Однако тенденция положительная – потребление голубики растет во всех европейских странах, особенно в Германии, Швейцарии, странах Бенилюкса и Скандинавии. Среднее потребление на душу населения здесь составляет 0,55 кг голубики в год. В России и в Беларуси потребление голубики на душу населения составляет всего 0,05 кг в течение года [4, 5].

Важнейшей задачей развития плодоводства в Беларуси является увеличение объема производства плодовой и ягодной продукции, снижение объемов импорта и наращивание экспортного потенциала за счет расширения промышленных площадей и совершенствования сортимента выращиваемых культур. В Республике Беларусь, как и во всем мире, она решается в последнее время за счет внедрения новых и перспективных сортов, однако разработки их промышленного возделывания развиты слабо.

В последние годы в Республике Беларусь при выращивании плодово-ягодных культур наибольший интерес вызывает голубика высокорослая – это один из самых полезных продуктов в мире. За последние 10 лет площадь голубичных плантаций, выращенных преимущественно в открытом грунте в Республике Беларусь, увеличилась в 10 раз: со 120 га в 2009 г. до 1200 га в 2019 г. Голубику высокорослую выращивают как крупные предприятия, фермерские хозяйства, так и граждане на своих приусадебных хозяйствах [6, 7].

ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ

Существуют две технологии выращивания голубики высокорослой: выращивание в открытом грунте и выращивание в контейнерах с защищенной корневой системой. В зависимости от имеющихся климатических и эдафических условий, стоимости материалов для закладки посадок появились различные варианты выращивания в грунте.

Классический вариант выращивания голубики в открытом грунте и мульчирование посадок опилками подходит для выращивания на легких, водопроницаемых почвах. Растения голубики высокорослой предпочитают кислые, хорошо дренированные рыхлые почвы, с высоким содержанием органических веществ. Кислый сфагновый торф является более предпочтительным источником органического вещества для голубики, однако ее можно выращивать на слабосуглинистом песке и на тяжелых суглинистых и глинистых почвах при создании подходящих условий [8, 9]. Грунтование почвы опилками, торфом, корой, а также мульчирование особенно рекомендуется при выращивании голубики на минеральных почвах с низким содержанием гумуса [10]. В таком случае посадкам не угрожает застой воды и переувлажнение почвы, что позволяет использовать полив и фертигацию [11–13].

На глинистых почвах есть большой риск вымокания растений, а также запыление посадок глиной, так как высаженные в торфяной субстрат растения голубики высокорослой через два-три года растут уже не в торфе, а в тяжелой глинистой почве. Поэтому широко используется мульчирование опилками таких посадок, что помогает голубике выжить. Лучше всего голубика растет на насыпных грядах [14–16]. Эта технология широко распространилась по всему миру, так как имеет ряд преимуществ. Готовый субстрат просто насыпается рядами на поверхность почвы, в него высаживают растения голубики, после чего посадки мульчируют опилками и подключают капельный полив. Благодаря хорошей аэрации почвы корневая система развивается лучше, чем при выращивании традиционным способом. Так как корневая система голубики подмерзает при снижении температуры, эти посадки необходимо укрывать агротканью для защиты грунта от выдувания ветром, а самих посадок – от сорняков [17].

Альтернативная технология выращивания голубики высокорослой – возделывание в контейнерах. Развитие контейнерной технологии обусловлено рядом причин. В частности, производителям ягод в Италии [18] пришлось искать новые технологии выращивания голубики высокорослой из-за недостатка воды для полива. Этот способ выращивания позволяет сократить расход воды и удобрений на 30 %. Выращивание голубики в контейнерах с субстратом позволяет создать идеальные условия для роста и плодоношения каждого, отдельно взятого, растения. Контейнерная культура дает возможность в большей степени управлять ростом и развитием растений, поскольку субстрат во всех контейнерах полностью одинаков в отличие от природной почвы, все растения при этом получают одинаковое количество воды и питания. Этот способ выращивания позволяет повысить густоту стояния растений. Благодаря улучшенным санитарно-гигиеническим условиям и регулярной дезинфекции снижаются проблемы с инфекциями и возрастает качество продукции. Кроме того, увеличивается возможность планировать поступление урожая [19, 20].

Несмотря на то, что оптимальный урожай достигается на второй год, гидропоника позволяет производителю получать достаточное количество продукции уже в первый год после посадки. Применение гидропоники дает возможность выращивать голубику независимо от типа почвы, что особенно актуально в регионах с тяжелыми, щелочными почвами. Субстрат обеспечивает достаточную аэрацию корневой зоны, что приводит к образованию мощной корневой системы. Специальные контейнеры для выращивания голубики также способствуют правильному росту и развитию

растений, поскольку голубика очень чувствительна к избыточной влажности [21, 22]. В данной системе учтена необходимость обеспечения достаточного и эффективного дренажа. Специальные решетчатые подставки под контейнерами обеспечивают не только отвод лишней воды, воздушная прослойка между дном контейнера и поверхностью пола предотвращает выход корней из дренажного отверстия, их контакт с дренажным раствором и прорастание в почву теплицы. Благодаря этому снижается риск распространения инфекций и возрастает урожай, а также качество продукции.

Переход с выращивания в грунте на контейнеры требует дополнительных затрат, закладка и содержание контейнерных культур обходится в два раза дороже. Если наземная часть голубики высокорослой выдерживает понижение до $-30...-35$ °С, то корневая система при температуре $-14...-16$ °С может полностью погибнуть. Обычно на зимний период контейнеры с растениями переносят в помещение или пленочную теплицу, что требует дополнительных затрат на рабочую силу. Производство ягод голубики под укрытием и в контейнерах на различных субстратах является важным развивающимся и конкурентоспособным элементом выращивания в новых и уже существующих регионах возделывания [23].

Было отмечено, что при выращивании голубики высокорослой в контейнерах в тоннелях ускорялось вступление растений в плодоношение, а также сокращался срок до сбора плодов. Контейнерная система выращивания в тоннелях позволяет выращивать сорта голубики высокорослой, которые не способны пережить зиму умеренного пояса, в частности сорт Драпер, который может замерзнуть при снижении температуры до -15 °С [24].

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ПОВЫШЕНИЮ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Высокие затраты на создание плантаций и длительный срок ожидания вступления растений в полное плодоношение – важные факторы, ограничивающие выращивание голубики высокорослой. Немаловажное значение имеет требование к среде обитания и агротехнике [25].

Возделывание голубики высокорослой на промышленных плантациях предусматривает выполнение целого ряда агротехнических мероприятий. Для классического варианта – выращивание в открытом грунте – одним из важнейших приемов является **борьба с сорняками**. Для борьбы с сорняками используют культивацию междурядий и мульчирование, а также гербициды. Культивацию проводят с начала весны до середины августа на небольшую глубину, так как корневая система очень мелкая и 90 % корней находится в верхнем слое почвы толщиной 15 см. Подрезка корней не стимулирует их рост в глубину, а лишь уменьшает площадь поверхности корневой системы, следовательно, сокращает площадь поверхности кустов [11, 26].

Ежегодное **мульчирование** древесными опилками посадок голубики высокорослой значительно снижает ее засоренность сорно-полевыми растениями и способствует сохранению влаги в почве, стабилизирует температурный режим корнеобитаемого слоя, улучшая при этом условия произрастания культуры. Вероятно, поэтому были получены отличные результаты при совмещении двух приемов: посадка на гряды и дополнительное мульчирование сосновыми опилками [27].

Увеличение толщины слоя опилок способствует уменьшению степени засоренности насаждений голубики. Это дает основание рекомендовать мульчирование посадок голубики высокорослой 10–15-сантиметровым слоем древесных опилок с целью борьбы с сорными растениями и для улучшения температурного и водного режимов почвы в зоне ризогенеза.

По данным Н. Б. Павловского, применение данного агроприема в насаждениях голубики высокорослой способствовало увеличению урожайности культуры на 15–25 % по сравнению с обычной технологией, а полученные ягоды оказались значительно крупнее и свободными от загрязнения [28].

Проведение мульчирования приствольной полосы насаждений голубики высокорослой является одним из основных агротехнических приемов возделывания этой ягодной культуры. Покрытие поверхности почвы мульчирующим материалом создает механическую преграду для

прорастания сорных растений, сдерживает физическое испарение почвенной влаги, способствует нивелированию температурного режима корнеобитаемого слоя почвы и аккумулярованию в нем воды, оптимизирует уровень кислотности почвенного раствора, улучшает структуру почвы, оказывает содействие развитию микоризообразующих грибов и увеличению зоны ризогенеза. Регулярное мульчирование насаждений голубики высокорослой позволяет поддерживать продолжительное время культивируемые растения в хорошем репродуктивном состоянии [29].

В Цзилиньском сельскохозяйственном университете в Китае было изучено влияние мульчирования почвы (торфом, опилками, мхом, стеблями кукурузы и соломой) на изменение физико-химических свойств почвы. Результат исследования показал, что мульчирование повлияло на уменьшение амплитуды колебаний температуры днем и ночью. Мульчирование способствовало увеличению содержания органического вещества почвы, доступного фосфора и калия в почвенном слое 0–20 см [30].

При любой технологии выращивания для нормального роста и развития, обильного плодоношения голубика нуждается в **подкормках минеральными удобрениями**. Существует несколько способов внесения удобрений: россыпью – для первого типа технологии, для обоих типов – путем фертигации (через капельный полив в виде раствора) и путем опрыскивания по листу.

Внесение удобрений россыпью. Лучший срок внесения минеральных удобрений россыпью – начало весны, в период сокодвижения или начала набухания почек. На почвах с кислотностью выше 4,8 дважды за сезон с интервалом 6–7 недель необходимо вносить сульфат аммония из расчета 10–15 г на 1 м². На почвах с оптимальным уровнем pH от 3,4 до 4,0 рекомендуется вносить 90 г сульфата аммония, 40 г сульфата калия и 110 г суперфосфата на один взрослый куст голубики, или же 200–250 г полного минерального удобрения («Фертика универсал», «Флоровит универсальный», «Растворин» и др.) [31, 32].

Существуют две системы выращивания: первая – традиционная – в этом случае растениям дают возможность для периода покоя, и вторая система, которая не требует покоя. В системе, требующей покоя, используются растения голубики высокорослой, которым необходим период для пробуждения почек. В системе, не требующей покоя, рост растения стимулируют постоянным внесением азотных удобрений в течение года. Цветущие и вегетативные почки пробуждаются весной, когда позволяют климатические условия. Растения в системе без покоя сохраняют свои листья дольше, чем те, что с покоем [33].

Голубика высокорослая характеризуется высокой отзывчивостью на применение как некорневых, так и корневых подкормок. Увеличение дозы удобрения способствует повышению биометрических параметров растений, но в то же время снижает их морозоустойчивость. Применение жидких подкормок некорневым методом способствует меньшей повреждаемости голубики низкими температурами, чем внесение гранулированных удобрений. С помощью подкормок минеральными удобрениями можно существенно влиять на сроки и темпы ростовых процессов голубики, степень их завершения, и, как итог, на подготовку растений к зимовке и устойчивость к отрицательным температурам. На морозоустойчивость голубики высокой большое влияние оказывает не только доза и способ внесения минеральных удобрений, но и погодно-климатические условия осенне-зимнего периода [34].

Некорневые подкормки используются в чрезвычайных ситуациях, чтобы быстро пополнить запас питательных веществ, если затяжные проливные дожди вымывают из почвы большое количество питательных веществ либо наблюдается дефицит питательных элементов, установленный в результате лабораторного анализа листьев [35].

На опытно-экспериментальной базе Центрального ботанического сада НАН Беларуси «Журавинка» с мая по октябрь 2007 г. проводилось изучение влияния препарата «Оксидат торфа с микроэлементами» на рост и развитие саженцев второго года голубики высокорослой.

В ходе проведенных исследований были сделаны выводы о том, что препарат «Оксидат торфа с микроэлементами» в концентрации 0,2 и 0,4 % способствовал росту и развитию растений голубики высокорослой. Применение препарата стимулировало развитие побегов ветвления, листовой пластинки, кустистость растений, что содействовало повышению урожайности. Наиболее эффективно использование препарата в концентрации 0,4 % при 4-кратном поливе растений

в период вегетации – количество побегов ветвления увеличилось на 68 % по сравнению с контролем [36]. По результатам проведенных испытаний препарат «Оксидат торфа с микроэлементами» внесен в Государственный реестр средств защиты растений, разрешенных к применению на растениях голубики высокорослой при промышленном выращивании и на приусадебных участках на территории Республики Беларусь [37].

Увеличение производства ягодной продукции в условиях юго-запада Беларуси с дефицитом увлажнения в засушливые периоды и доминированием легких почв со слабой водоудерживающей способностью возможно за счет возделывания данных культур на орошаемых землях. Одним из наименее энергозатратных и экологически безопасных способов полива является капельное **орошение с фертигацией**, позволяющее подавать воду с питательными веществами в необходимых количествах в ограниченный объем почвы, где расположена корневая система растений [38, 39].

Практика внесения минеральных элементов с помощью фертигации (т. е. распределение удобрений с водой, используемой для капельного орошения) получила широкое распространение на плантациях голубики высокорослой в последнее время. Фертигацию чаще всего проводят с применением концентрируемого маточного раствора удобрения, который разбавляют оросительной водой. При приготовлении маточного раствора можно использовать растворимые жидкие или порошкообразные вещества. Как правило, это комплексные удобрения с добавлением микроэлементов. Максимальная концентрация маточного раствора составляет 20–25 % (200–250 г/л), но чаще применяется 10%-ный раствор. Вода, использованная для фертигации, должна иметь пониженное содержание солей и щелочность, поскольку это может препятствовать растворению удобрений, более того, возможному накоплению солей в почве, что может вызвать физиологические заболевания растений [40, 41].

Главным преимуществом фертигации является то, что применение данной технологии позволяет производить предварительное смешивание органической или минеральной субстанции, благодаря чему питательные вещества доставляются растениям равномерно и непосредственно в прикорневую систему, поэтому и усваиваются ими быстро и полностью.

При традиционном же внесении удобрений (методом обычного разбрасывания) питательные вещества ложатся, как правило, слоями, и, наряду с сильно удобренными участками на поверхности земли, остаются локальные точки, куда органика и минералы не попадают вовсе. Поэтому применение метода фертигации позволяет использовать удобрения более качественно и экономно, что существенно сокращает трудозатраты и уменьшает непосредственный расход удобрений, удешевляя, таким образом, себестоимость каждой единицы сельхозпродукции [42].

На эффективность фертигации влияет неравномерное насыщение корнеобитаемой площади водой, свойственное капельному поливу. R. Gough и J. About [43] было установлено, что та часть растений, корни которой находились на стороне менее влажной почвы, дала более слабый прирост по сравнению с влагообеспеченной частью растения. Как отмечает K. Smolarz [44], в Чили при выращивании голубики на гребнях капельные трубки прокладывают по обеим сторонам ряда. Австралийские ученые L. Shelton и B. Freeman [45] сделали вывод, что во время засухи растения, на стороне которых не было водовыпусков, испытали стресс от недостатка воды. Наиболее рациональным является наличие на плантации двух систем орошения – капельного полива и дождевания, которые бы дополняли одна другую.

Также недостатками фертигации являются значительные первоначальные капитальные вложения, высокая стоимость водорастворимых удобрений (для систем капельного орошения используют только удобрения, свободные от высоких доз натрия, хлора и других вредных примесей). К недостаткам данной технологии можно отнести такой фактор, как сложность составления дозировки удобрений, поскольку питательные вещества поступают непосредственно в прикорневую систему растений, а потому значительно возрастает риск передозировки, что может оказать на культуры негативное воздействие. Кроме того, при использовании данного метода следует отдельно уделять внимание такому параметру, как кислотность воды, поскольку данный фактор может отрицательно влиять на показатели pH грунта [46, 47].

Агротехнический **прием обрезки** растений очень важен для обеих технологий. Цель обрезки заключается в получении сильных приростов диаметром около 3 мм, на которых преимуще-

ственно в верхней части образуются цветковые почки. Интенсивность обрезки зависит от нескольких факторов. Умеренная обрезка рекомендуется для сильнорослых сортов, а также для растений, размещенных на хороших почвах с оптимальным увлажнением. Слишком сильная обрезка существенно снижает урожай в текущем году, хоть и стимулирует мощный рост. Мелкоплодные сорта нуждаются в сильной обрезке ради увеличения размера ягод. Интенсивная обрезка ускоряет созревание и поэтому применяется на ранних сортах [48, 49].

При выращивании голубики на плантациях следует проводить омолаживающую обрезку, так как с 8–10-го года ягоды на кустах мельчают, и урожай снижается. Омолаживающую обрезку и прореживание проводят обычно в конце зимы или начале весны. Слишком ранняя обрезка может увеличить риск повреждения растений низкими температурами. Противопоказана и слишком поздняя обрезка, она ведет к утрате запасных веществ, перемещающихся из корней к верхушкам ветвей, а также ослабляет растения из-за слишком позднего образования приростов. Проводится также и обрезка молодых растений для создания большей плодоносящей зоны в относительно короткий срок [50, 51].

По данным D. E. Yarborough [52], проведение обрезки средней интенсивности голубики способствует снижению антракнозной гнили плодов на 15 %, сильной обрезки – на 80 % по сравнению со слабой обрезкой. Источниками инфекции являются мумифицированные плоды и побеги прошлых лет. Обрезка старых веток вызывает не только удаление очагов инфекции, но и улучшает освещенность и воздухообмен внутри кроны, что способствует ее быстрому просыханию. К тому же обработки прореженных растений фунгицидами более эффективны.

Проведение обрезки голубики высокорослой позволяет формировать растения с разновозрастными, хорошо развитыми и удачно размещенными ветвями и обеспечивать формирование габитуса, удобного для уборки урожая. С помощью обрезки устраняется загущенность кроны, улучшаются условия ее освещенности и воздухообмена, что способствует более интенсивному фотосинтезу, а также снижению пораженности растений возбудителями болезней. Регулярная обрезка растений голубики высокорослой позволяет поддерживать их в хорошем репродуктивном состоянии, а также получать плоды с высокими показателями товарного качества [53].

Кроме перечисленных специфических факторов выращивания голубики высокорослой очень большое влияние на ее распространение оказывают природные климатические условия. Факторы, ограничивающие распространение этой культуры, – длина вегетационного периода, сумма положительных температур за время вегетации, а также низкие зимние температуры, вызывающие обмерзание кустов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Широкое внедрение в практику промышленного и приусадебного садоводства культуры голубики позволит не только увеличить объемы производства свежих плодов, но и значительно разнообразить ягодный ассортимент, способствуя снижению импортных и расширению экспортных поставок конкурентоспособной, пользующейся большой популярностью у населения продукции.

Основные технологические приемы (мульчирование, внесение минеральных удобрений, фертигация, обрезка) служат основой закладки будущего урожая и высокой продуктивности насаждений голубики в целом. Их ежегодное выполнение позволяет получать высокую экономическую прибыль, увеличивать общий срок использования плодоносящих насаждений и обеспечивать высокую стабильную урожайность и качество ягодной продукции, а также служит инструментом для подавления вредителей и болезней.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лесные ягодные растения и орехи на садовом участке / Т. И. Бобровникова [и др.] ; под ред. В. А. Ипатьева. – Молодечно : Тип. «Победа», 2002. – 108 с.
2. Помология : в 5 т. / Всерос. науч.-исслед. ин-т селекции плодовых культур ; редкол.: Е. Н. Седов (гл. ред.) [и др.]. – Орел : Изд-во ВНИИСПК, 2005–2014. – Т. V : Земляника. Малина. Орехоплодные и редкие культуры / редкол.: Л. А. Грюнер [и др.]. – 2014. – 588 с.

3. Пинчукова, Ю. М. Пищевая ценность плодов голубики / Ю. М. Пинчукова, С. Л. Масанский // Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы : материалы Респ. науч.-практ. конф., Минск, 17 авг. 2012 г. / Центр. ботан. сад НАН Беларуси ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск, 2012. – С. 45–48.
4. Yagodka [Electronic resource]. – Mode of access: https://yagodka.by/our_news/golubika-v-evrope-rynok-izmenitsya. – Date of access: 10.12.2022.
5. Gidmark [Electronic resource]. – Mode of access: <https://gidmark.ru/cat1/marketingovoe-issledovanie-rynka-golubiki>. – Date of access: 12.01.2023.
6. Решетников, В. Н. Состояние и перспективы развития голубиководства в Беларуси / В. Н. Решетников, А. А. Веевник // Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы : материалы Респ. науч.-практ. конф., Минск, 17 авг. 2012 г. / Центр. ботан. сад НАН Беларуси ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск, 2012. – С. 54–58.
7. Титок, В. В. Голубика высокорослая – инновационная культура премиум-класса / В. В. Титок, А. А. Веевник, Н. Б. Павловский // Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы : материалы Респ. науч.-практ. конф., Минск, 17 авг. 2012 г. / Центр. ботан. сад НАН Беларуси ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск, 2012. – С. 5–9.
8. Wach, D. Estimation of growth and yielding of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivated on soil developed from weakly loamy sand / D. Wach // Folia Horticulturae. – 2008. – № 20 (2). – P. 47–55.
9. Barney, D. L. Northern Highbush and Half-high Blueberries on the Alaskan Kenai Peninsula: Preliminary Observations / D. L. Barney, K. E. Hummer // J. of the Amer. Pomological Soc. – 2012. – № 66 (3). – P. 142–152.
10. Гонтар, В. Т. Выращивание голубики (*Vaccinium corymbosum*) в лесостепи Украины / В. Т. Гонтар, Н. В. Шевчук // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. работ / Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства ; редкол.: И. М. Куликов [и др.]. – М., 2012. – Т. 32, ч. 1. – С. 66–70.
11. Голубика высокорослая: биологическая характеристика и рекомендации по возделыванию / В. В. Титок [и др.]. – Минск : Медисонт, 2021. – 59 с.
12. 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. разраб.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2010. – 520 с.
13. Смирнов, И. Ю. Особенности выращивания голубики высокорослой / И. Ю. Смирнов // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. работ / Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства ; редкол.: В. И. Кашин [и др.]. – М., 1999. – Т. VI. – С. 150–160.
14. Maziarka, M. W gospodarstwie borowkowym / M. Maziarka // HASLO Ogrodnicze. – 1999. – № 8. – S. 15–17.
15. Podymniak, M. Borowki z «Wilkowski» / M. Podymniak // Jagodnik. – 2012. – № 5. – S. 36–40.
16. Studzinska, M. Borowki z slonecznej RPA / M. Studzinska // Jagodnik. – 2012. – № 4. – S. 36–39.
17. Технологии выращивания голубики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://golubika.org/tehnologii-vyrashchivaniya-golubiki>. – Дата доступа: 08.02.2023.
18. Bruni, U. Impianto e coltivazione del mirtillo gigante in Maremma / U. Bruni // Informatore Agrario. – 2004. – Vol. 60 (2). – P. 61–64.
19. Выращивание голубики в гидропонике позволяет повысить урожайность на 50 % [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fruit-inform.com/ru/technology/grow/177703#Y-Hya7j-6k0>. – Дата доступа: 04.02.2023.
20. How to grow blueberries: Blueberry growing system in hydroponic greenhouse [Electronic resource]. – Mode of access: <https://hydroponicsystems.eu/how-to-grow-blueberries-blueberry-growing-system-in-hydroponic-greenhouse>. – Date of access: 07.02.2023.
21. Growing blueberries in hydroponics can increase yields by 50 % [Electronic resource]. – Mode of access: <https://east-fruit.ru/plodoovoshchnoy-biznes/tehnologii/vyrashchivanie-golubiki-v-gidroponike-pozvolyaet-povysit-urozhaynost-na-50/index.html>. – Date of access: 30.01.2023.
22. New way to improve drainage when growing blueberries in containers [Electronic resource]. – Mode of access: <https://east-fruit.ru/article/novyy-sposob-uluchshit-drenazh-pri-vyrashchivanii-golubiki-v-konteynerakh.html>. – Date of access: 31.01.2023.
23. Renquist, S. An evaluation of blueberry cultivars grown in plastic tunnels in Douglas county Oregon / S. Renquist // Intern. J. of Fruit Sci. – 2005. – № 5 (4). – P. 31–39.
24. Podymniak, M. Tradycja i hi-tech w borowkowym wydaniu / M. Podymniak // Jagodnik. – 2013. – № 2. – S. 55–62.
25. Wach, D. Uprawa borowki wysokiej / D. Wach // HASLO Ogrodnicze. – 2003. – № 5. – S. 62–65.
26. Акимова, С. В. Изучение особенностей выращивания голубики высокорослой в условиях Нечерноземной зоны / С. В. Акимова, М. П. Мацкевич // Плодоводство и ягодоводство России : сб. науч. работ / Всерос. селекц.-технол. ин-т садоводства и питомниководства ; редкол.: И. М. Куликов [и др.]. – М., 2017. – Т. 50. – С. 29–32.
27. Kozinski, V. Influence of mulching and nitrogen fertilization rate on growth and yield of highbush blueberry / V. Kozinski // Acta Horticulturae. – 2006. – Vol. 715. – P. 115–121.
28. Павловский, Н. Б. Влияние толщины слоя мульчи на засоренность голубики высокой, влажность и температурный режим почвы в зоне ризогенеза / Н. Б. Павловский, Т. И. Ленковец // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 4 (71). – С. 74–77.
29. Павловский, Н. Б. Мульчирование насаждений голубики высокорослой / Н. Б. Павловский // Земледелие и растениеводство. – 2023. – № 1. – С. 53–56.
30. Effect of Mulching on Physicochemical Properties of Soil of Blueberry / L. Wu [et al.] // Science and Horticulture for people. Abstracts : 28th Intern. Horticultural Congr., Lisboa, 22–27 Aug., 2010 ; ed.: L. Rallo [et al.]. – Lisboa, 2010. – Vol. II. – P. 66.
31. Курлович, Т. В. Голубика для любителей и профессионалов // Т. В. Курлович, В. Л. Филипеня. – М. : ДеЛибри, 2022. – 168 с.
32. Дорохов, Д. С. Удобрение для голубики / Д. С. Дорохов, Т. А. Кузнецова // Рос. шк. садоводства. – 2018. – № 1. – С. 52–59.

33. Swain, P. A. W. Production systems influence source limitations to growth in 'Sharpblue' southern highbush blueberry / P. A. W. Swain, R. L. Darnell // *J. of the Amer. Soc. Horticultural Sci.* – 2002. – Vol. 127, № 3. – P. 409–414.
34. Павловский, Н. Б. Влияние подкормок минеральными удобрениями саженцев голубики высокой (*Vaccinium corymbosum* L.) на их рост, развитие и морозоустойчивость / Н. Б. Павловский // *Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук.* – 2008. – № 4. – С. 34–38.
35. Сборник информационных материалов по теме: «Голубика высокая: технология выращивания, хранение и переработка» / ОГАУ «Инновац.-консультатив. центр АПК»; Департамент АПК и воспроизводства окружающей среды Белгор. обл. – Белгород: [б. и.], 2019. – 33 с.
36. Кобзарова, В. С. Эффективность препарата «Оксидат торфа с микроэлементами» на голубике высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) / В. С. Кобзарова, Н. Б. Павловский, Н. В. Войнило // *Теоретические и прикладные аспекты рационального использования и воспроизводства недревесной продукции леса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 10–12 сент. 2008 г. / Ин-т леса Нац. акад. навук Беларусі; редкол.: А. И. Ковалевич [и др.].* – Гомель, 2008. – С. 242–245.
37. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.
38. Влияние капельного орошения на формирование контуров увлажнения и качество ягодной продукции в условиях юго-запада Беларуси / А. В. Сорока [и др.] // *Земледелие и защита растений.* – 2016. – № 4. – С. 45–47.
39. Павловский, Н. Б. Орошение насаждений голубики высокорослой / Н. Б. Павловский // *Земледелие и защита растений.* – 2019. – № 4. – С. 30–33.
40. Podymniak, M. Borowkowych problemow przybywa / M. Podymniak // *HASLO Ogrodnicze.* – 2008. – № 7. – S. 81–84.
41. Andrejwska, A. Jagodowe owoce deserowe / A. Andrejwska // *HASLO Ogrodnicze.* – 2007. – № 6. – S. 94–96.
42. Фертигация садов весной [Электронный ресурс]. – Режим доступа: asprus.ru/blog/cat/uncategorized/page/16. – Дата доступа: 31.01.2023.
43. Blueberries: A Century of Research [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.routledge.com/Blueberries-A-Century-of-Research/Gough-Korcak/p/book/9781560220534>. – Date of access: 06.02.2023.
44. Smolarz, K. Borowka i zurawina – zasady racjonalnej produkcji / K. Smolarz. – Warszawa: Hortpress, Sp. z o.o. 2009. – 256 s.
45. Shelton, L. Blueberry cultural practices in Australia (*Vaccinium* species) / L. Shelton, B. Freeman // *Acta Horticulturae.* – 1989. – № 241. – P. 250–253.
46. Сабунас, А. И. Совершенствование технологии выращивания голубики с использованием капельного орошения / А. И. Сабунас, В. С. Филипенко // *Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы: сб. тр. IX междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 22 мая 2015 г. / М-во образования Респ. Беларусь [и др.]; редкол.: К. К. Шебеко [и др.].* – Пинск, 2015. – С. 177–178.
47. Blueberries fertilization in soil [Electronic resource]. – Mode of access: <https://smallfruits.org/files/2019/06/blueberryfert.pdf>. – Date of access: 07.02.2023.
48. Коршикова, Н. Г. Технология возделывания голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) в условиях Калининградской области / Н. Г. Коршикова, Д. П. Беленко // *Развитие производственного и научного потенциала отрасли садоводства и питомниководства в Российской Федерации: материалы науч.-практ. конф., Мичуринск, 12–14 сент., 2019 г. / под общ. ред. А. В. Никитина, В. А. Гудковского, А. И. Завражнова.* – Мичуринск-научоград РФ, 2019. – С. 106–113.
49. Sobczak, T. Ciecie owocujacych krzewow borowki wtsokiej / T. Sobczak // *HASLO Ogrodnicze.* – 2008. – № 4. – S. 84–90.
50. Курлович, Т. В. Обрезка голубики высокорослой / Т. В. Курлович // *Наше сел. хоз-во. Агрономия.* – 2022. – № 1. – С. 102–106.
51. Zak, J. Ciecie krzewow borowki wysokiej / J. Zak // *Konferencija Borowkowa 2015 «Dywersyfikacja».* – Krakow, 2015. – S. 80–82.
52. Yarborough, D. E. Blueberry Pruning and Pollination / D. E. Yarborough // *Blueberries for Growers, Gardeners, Promoters / ed.: N. F. Childers, P. M. Lyrene – Florida, 2006.* – P. 75–83.
53. Павловский, Н. Б. Особенности обрезки голубики высокорослой / Н. Б. Павловский // *Земледелие и растениеводство.* – 2022. – № 3. – С. 53–56.

TECHNOLOGICAL TECHNIQUES OF MAINTENANCE OF Highbush BLUEBERRY

T. V. RADKEVICH

Summary

The review article provides basic information of the highbush blueberry growing technologies on open and protected ground in different countries throughout the world. The key elements of cultivation technology of highbush blueberry are highlighted: mulching, mineral nutrition, fertigation, pruning, which boost yields and increase product quality. The widespread introduction of blueberry crop into the practice of commercial and homestead gardening in Belarus will allow not only to increase the production of fresh fruits, but also diversify the domestic berry assortment, helping to reduce imports and expand exports of this competitive product that is highly popular among consumers.

Keywords: highbush blueberry, traditional growing technology, container growing technology, mulching, mineral fertilizers, fertigation, foliar fertilizers, pruning, countries throughout the world, Belarus.

Поступила в редакцию 10.03.2023

БОЯРЫШНИК: ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РЕЗЕРВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОРОДНО-СОРТОВОГО СОСТАВА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ РАСТЕНИЙ

М. В. РАДКЕВИЧ

РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by

АННОТАЦИЯ

В статье проведен анализ мирового ареала представителей рода Боярышник (*Crataegus*). Результаты изучения видового разнообразия и сортовых особенностей, морфологических и основных хозяйственно ценных признаков разных таксонов подтверждают значительный интерес к культуре боярышника. В Республике Беларусь данная порода также может быть использована в различных векторах национальной экономики.

В генетическом банке плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда РУП «Институт плодоводства» боярышник представлен 39 образцами, среди которых 35 отборных форм боярышника Арнольда (*Crataegus arnoldiana* Sarg.), боярышник мягковатый (*C. submollis* Sarg.), боярышник кроваво-красный (*C. sanguinea* Pall.), сорт украинской селекции Крупноплодный китайский (*C. aestivalis* (Walter) Torr. & A. Gray) и декоративная форма боярышника обыкновенного Паули (*C. laevigata* f. Pauli). Первый белорусский сорт боярышника Сваяк был выведен в отделе ягодных культур в 2018 г. как отборная форма из популяции вида боярышника Арнольда (*C. arnoldiana* Sarg.), в 2020 г. он был включен в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь для приусадебного возделывания.

Ключевые слова: *Crataegus*, боярышник, сорт, вид, биохимический состав, возделывание, Беларусь.

Задача современного садоводства – не просто обеспечить продуктами питания человека, но и улучшить его качество жизни за счет введения в повседневный рацион недостающих нутриентов. Введение в культуру малораспространенных культур, в частности боярышника, способно успешно решить данную задачу [1, 2].

Боярышник – кладезь незаменимых питательных веществ, которые человеческий организм не может синтезировать самостоятельно [3–8]. Благодаря богатому биохимическому составу он является перспективным растительным сырьем для разработки инновационных медицинских препаратов растительного происхождения [7, 9–13].

По данным Министерства здравоохранения Республики Беларусь ежегодная потребность в плодах боярышника составляет свыше 35 т [14]. Согласно данным по состоянию на 01.01.2020 г., доля лекарственных средств растительного происхождения в Республике Беларусь составляет 11,87 % от общего количества зарегистрированных лекарственных средств, что в 32 раза меньше, чем импортных [15]. Это свидетельствует о возможности и необходимости импортозамещения.

Боярышник (лат. *Crataegus*) – род листопадных древесных кустарников и небольших деревьев. Латинское название *Crataegus* происходит от древнегреческого слова «крепкий», которое боярышник получил за плотную древесину и долгожительство (срок жизни до 400 лет) [16, 17].

Виды. Согласно разным литературным источникам в мире насчитывается от 200 до 1250 природных видов боярышника. Дело в том, что боярышник легко переопыляется как внутри рода, так и с близкородственными растениями, что и вызывает таксономическую путаницу [4, 17–24]. До недавнего времени классификация рода *Crataegus* основывалась лишь на морфологическом описании. Молекулярные исследования способны внести ясность в систематику рода и определить основные эволюционные линии, некоторые из которых соответствуют под родам [10, 20]. Самые распространенные виды – боярышник однопестичный (*C. monogyna* Jacq.), боярышник обыкновенный (*C. laevigata* (Poir.) DC), боярышник мексиканский (*C. mexicana* Moc. & Sessé) и боярышник Дугласа (*C. douglasii* Lindl.) [4, 16, 18, 25].

Применение. С древних времен и по сей день люди используют его плоды в пищевых и медицинских целях [12, 17, 23, 26, 30]. Боярышник находит применение в декоративном садовод-

стве, животноводстве, пищевой и деревообрабатывающей промышленности [9, 17–32]. Исследования последних лет показали ценность растений рода Боярышник для поддержания экологического равновесия, сохранения биоразнообразия и восстановления почв [16, 19, 33].

Как **лекарственное сырье** в фармацевтике используются не только плоды, но и цветки, листья, побеги боярышника [13, 23]. Из данного сырья готовят и применяют в качестве лекарственных препаратов отвары, экстракты, настойки и таблетки [3, 6, 7, 9, 11, 12, 17, 25].

Боярышник имеет богатый химический состав – более 250 биохимических соединений. Наиболее известные из них – катехин, аскорбиновая кислота, хлорогеновая кислота, эпикатехин, гиперозид, кверцетин, рутин и витексин. Большое количество биологически активных веществ (флавоноиды, тритерпеноиды, стероиды, монотерпеноиды, сесквитерпеноиды, лигнаны, гидроксикоричные кислоты, органические кислоты, азотсодержащие соединения) определяет широкий спектр применения всех видов сырья в лечебных и профилактических целях [6, 7, 10, 12, 23, 25, 31, 32]. Широко используется антиишемическая активность флавоноидов из *Crataegus* spp. Плоды боярышника усиливают кровообращение в коронарных сосудах сердца и сосудах мозга, оказывают антиаритмическое влияние. Препараты из него применяют в лечении сердечной недостаточности, атеросклероза, артериальной гипертензии, диабета, депрессии и онкологии. Компоненты, выделенные из разных частей растения, используются также в противовоспалительных, нейропротекторных, антибактериальных, противовирусных, иммуномоделирующих, гепатопротекторных, снотворных и общеукрепляющих препаратах [3, 6, 7, 9, 11, 12, 17, 23, 25, 31].

Большой потенциал применения растений боярышника в **декоративных целях**. Он пригоден для декоративных обрезок и создания различных форм дизайна. Яркие, неосыпающиеся плоды имеют ценность для зимних ландшафтных пейзажей [4, 17, 20, 34, 35]. В декоративном садоводстве наиболее заметными являются сорта боярышника колючего или обыкновенного (*Crataegus laevigata* (Poir.) DC.) Paul's Scarlet и Crimson Cloud, хорошо зимующие в 4-й климатической зоне, куда относится Республика Беларусь (3–5-я зоны морозостойкости USDA) [36]. В декоративных целях в нашей стране выращивают также сорта Rosea с простыми розовыми цветками, Candido-plena и Plena с белыми махровыми цветками, Rubra Plena с карминно-розовыми махровыми цветками разных оттенков и мутант от предыдущего сорта Paul's Scarlet с более крупными махровыми ярко-красными цветками [37].

Использование растений боярышника для озеленения населенных пунктов, дорог и железнодорожных путей имеет не только декоративное значение, но и оказывает большое экологическое влияние на окружающую среду [16, 18, 33]. Согласно исследованию Д. Г. Федоровой в г. Оренбурге, листья, цветки и плоды боярышника улавливают из атмосферы и накапливают тяжелые металлы [18]. В листьях растений, находящихся в центре города, содержание тяжелых металлов значительно выше, чем в листьях растений, находящихся далеко от центра города. Таким образом, боярышник может использоваться как биоиндикатор загрязнения атмосферного воздуха [16, 18].

Древесина боярышника очень декоративна (светлая, с розоватым или красноватым оттенком с более темным ядром). Ее применяют для изготовления рукоятей к ударным инструментам, токарных, резных изделий, луков и тростей. Она однородная, мелковолоконистая, умеренно тяжелая, хорошо сохнет, умеренно твердая, очень прочная. Эта древесина чрезвычайно высококалорийна, благодаря чему жарко горит. В народе ее так и называли – огонь-дерево [28, 29, 31]. Плотность древесины боярышника составляет 850 кг/кубометр. В условиях Республики Беларусь наиболее твердую древесину формирует боярышник мягковатый (*Crataegus submollis* Sarg.). Прочность древесины боярышника мягковатого (*Crataegus submollis* Sarg.) при сжатии вдоль волокон равна 73,19 МПа, что превышает аналогичный показатель у всех естественно произрастающих на территории Беларуси пород, превосходя наиболее прочные из них на 22–27 % (граб, ясень, дуб) [29].

Боярышник – хороший **медонос**, медопродуктивность может достигать до 80 кг меда с одного гектара даже в условиях северного региона. Одновременно является и хорошим пыльцеосом [27].

В **животноводстве** отвар цветков и плодов боярышника повышает силу и работоспособность истощенных многолетней работой лошадей. Мука из плодов обогащает корм свиней, обладает откормочным и укрепляющим действием. А вареники из молотых фруктов и овсяных хлопьев

вызывают у гусей быстрый набор веса, обеспечивают курам лучшую яйценоскость, улучшают качество яиц [31].

Требования к условиям произрастания. Ареал боярышника 20–60° с. ш. 1000–1500 м над уровнем моря. Он распространен преимущественно в умеренных районах северного полушария, практически на всей территории Европы и Америки. Растения очень неприхотливы и устойчивы к засухе, не требовательны к почвам, но лучше растут на среднеувлажненных, хорошо дренированных, преимущественно известняковых почвах [24, 26, 38].

Ведущие страны по выращиванию боярышника – Китай, США, Мексика и Турция [4, 21]. Как пищевая плодовая культура он возделывается также в Испании, Алжире, Италии.

Китай. В северо-западных провинциях Китая 40 % площадей плодовых насаждений занято боярышником. Здесь произрастает 20 его видов и выведено не менее 150 сортов. Большая часть сортов, культивируемых здесь, относится к виду боярышника перистонадрезанного (*C. pinnatifida* Bunge). Наиболее известные из них – Da Jin Xing, Hong Yang Mian, Bai Yang Mian, Chang Ko и Yu Bei Hong. Эти сорта имеют темно-красный цвет кожуры. Вес плодов варьирует от 10 до 16 г [4, 5, 39].

При закладке промышленных насаждений в Китае в качестве подвоя используют *C. cuneata* Sieb. et Zucc. Этот подвой считается карликовым, рост взрослого растения составляет 1,8 м. Сорта, привитые на подвое *C. cuneata*, быстро вступают в плодоношение (уже на 2-й год) и достигают высокой продуктивности (в 8-летнем возрасте – до 55 кг с 1-го дерева) [39].

США. В США около 95 видов боярышника (в Северной Америке), наиболее распространенными из них являются *C. aestivalis* (Walter) Torr. & A. Gray, *C. opaca* Hook. & Arn. и *C. rufula* Sarg. [12, 38].

Crataegus aestivalis произрастает в низменных или влажных районах от восточной Алабамы до центральной Флориды и Вирджинии. Наиболее известные сорта, имеющие происхождение от *C. aestivalis*, в США – Lori и Lindsey. Плоды обладают красным цветом кожицы, диаметр составляет 13 мм. Плоды боярышника крупноплодного (*Crataegus aestivalis* (Walter) Torr. & A. Gray) используются для приготовления очень популярного здесь розового желе с деликатным ароматом [4, 13].

Crataegus opaca предпочитает влажные, плодородные с повышенной кислотностью почвы, обитает в невысоких лесах, ручьях и руслах рек, часто в стоячей воде. Его естественное распространение варьирует от Алабамы до Техаса на запад и на север до Арканзаса. Наиболее известные сорта, имеющие происхождение от *C. opaca*, – Red & Yellow, Heavy-C, Big Red, Texas Super Berry, T. O. Super Berry, Highway Super Berry. Цвет плодов у сортов преимущественно красный, за исключением сорта Red & Yellow с красно-желтым цветом плодов. Диаметр плодов варьирует от 13 мм у сорта Heavy-C, до 19 мм у сортов Texas Super Berry, T. O. Super Berry, Highway Super Berry. Плоды *Crataegus opaca* используются для приготовления джемов, варенья и желе, в сыром виде плоды горькие [4, 13].

C. rufula известный как ржавый боярышник, или рыжий майхао, представляет собой кустарник или небольшое дерево, произрастающий на юго-востоке Соединенных Штатов. Это один из нескольких видов боярышника с плодами, известными как «майхао», которые собирают для приготовления желе.

Мексика. В Мексике произрастает около 13 видов боярышника. Наиболее распространенным видом является боярышник Мексиканский (*C. Mexicana* Moc. & Sesse). Плоды растения в Мексике употребляются в пищу в больших количествах. Их используют в сыром, вареном и консервированном виде. Большое количество пектина в плодах боярышника Мексиканского позволяет использовать их для промышленного производства пектина [4, 13, 21].

Турция. В Турции наиболее распространенными видами боярышника являются *C. monogyna* Jacq., *C. azarolus* L. и *C. orientalis* Pall. ex M. Bieb. [4, 26]. Среди этих видов *C. azarolus* отличается крупноплодностью [4, 12, 16, 21, 28].

В настоящее время центр производства боярышника в Турции расположен в районе Белен провинции Хатай. Здесь выращивают желтоплодный боярышник сорта Sultan. Урожайность по данным 2022 г. в садах Хатай колеблется от 1500 до 1600 т в год, цена за 1 кг плодов – 35–40 турецких лир на оптовом рынке [4, 21].

Сорт Sultan имеет шаровидную уплощенную на полюсах форму плодов зелено-желтого цвета размером более 15 г. В декоративных целях здесь выращивают сорта Plena и Paul's Scarlet, которые цветут крупными зонтиковидными соцветиями, состоящими из махровых карминно-красных цветков [4, 21].

Польша. Боярышник на территории Польши встречается как дикорастущее растение в низинах, лесах и зарослях нижней части гор.

Наиболее распространенными видами боярышника здесь являются однопестичный (*C. monogyna* Jacq.), обыкновенный (*C. laevigata* (Poir.) DC) и боярышник промежуточный (*C. media* Bechst.), который является гибридом между *Crataegus monogyna* и *Crataegus laevigata*. От последнего происходит большинство наиболее известных в Польше селекционных форм [9, 31, 32].

В пищевой промышленности Польши боярышник не играет большой роли, плоды используют лишь как составную часть для обогащения кондитерских изделий и для производства вино-водочных изделий. В фармацевтической промышленности соцветия и плоды боярышника применяют как сырье для изготовления лекарственных препаратов [31].

Украина. Большую работу по изучению рода Боярышник на территории Украины провели супруги Меженские, им удалось собрать самую большую на территории СНГ коллекцию боярышника (120 образцов 46 видов). В 2001 г. первые сорта боярышника Збигнев, Людмил и Шамиль включены в Реестр сортов растений Украины. Эти сорта являются первыми в мире зарегистрированными плодовыми сортами североамериканских видов [10, 20, 40, 41].

Перспективными сортами были названы Злат, Марк, Всеволод, Лубенский, Никита, Понтий, Донецкие Зирочки, Китайский 2, Мао Мао и Редфлеш Мао, которые отличаются высокой урожайностью и крупноплодностью [20].

Россия. В Российской Федерации на сегодняшний день в Государственный реестр селекционных достижений включено 3 сорта боярышника – Бусинг (2016 г.), Подарок Куминова (2014 г.) и Тимирязевец (2016 г.) [42]. В 2019 г. на кафедре садоводства Мичуринского государственного аграрного университета проведены исследования новых перспективных форм боярышника для промышленных насаждений. По данным исследования, рекомендовано выращивание в условиях ЦЧР сортообразцов Карамелька, Тамбовский волк и Мичуринский десертный, возделывание интродуцированного боярышника китайского оказалось малоперспективным [34, 38, 43].

Беларусь. На территории Беларуси по различным литературным источникам и материалам гербариев род Боярышника представлен видами в количестве от 15 до 131, встречающимися в парках, садах, частных питомниках, на дачных и приусадебных участках [19, 24, 37, 40, 44, 45]. Лишь два из них являются дикорастущими – боярышник украинский (*C. ucrainica* Pojark.), который северным краем ареала заходит в пределы Белорусского Полесья, и боярышник отогнуточашелистикový (*C. curvisepala* Lindm., или *C. kyrostyla* auct.) [37, 45].

Широко распространены такие декоративные и крупноплодные виды, как боярышник Арнольда (*Crataegus arnoldiana* Sarg.), боярышник мягкий и боярышник полумягкий, или мягковатый (*C. submollis* Sarg.), которые все чаще выращиваются в любительских садах и имеют широкие перспективы с точки зрения хозяйственной полезности [14].

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси в коллекции содержится 131 вид боярышника. Среди них наиболее пригодные для садоводства в условиях Республики Беларусь: боярышник алмаатинский (*C. almaatensis* A. Pojark.) и боярышник Дугласа (*C. douglasii* Sarg.) с черными плодами, боярышник алтайский (*C. altaica* Zgl.), боярышник даурский (*C. dahurica* Koehne), боярышник Арнольда (*C. arnoldiana* Sarg.), боярышник колючий (*C. oxyacantha* L.), боярышник кроваво-красный (*C. sanguinea* Pall.), боярышник мягковатый (*C. submollis* Sarg.) и боярышник однопестичный (*C. monogyna* Jacq.) [19, 37].

В генетическом банке плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда «РУП Институт пловодства» культура боярышника (*Crataegus* L.) представлена 39 образцами. Среди них боярышник мягковатый (*Crataegus submollis* Sarg.), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pall.), 35 отборных форм боярышника Арнольда (*Crataegus arnoldiana* Sarg.), сорт украинской селекции Крупноплодный китайский, относящийся к виду *Crataegus aestivalis* (Walter) Torr. & A. Gray, и декоративная форма боярышника обыкновенного Паули (*C. laevigata* f. Pauli) [14, 46].

Первый белорусский сорт боярышника Сваяк был выведен в отделе ягодных культур в 2018 г. как отборная форма из популяции вида боярышника Арнольда (*Crataegus arnoldiana* Sarg.), в 2020 г. был включен в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь для приусадебного возделывания. Он характеризуется высокой зимостойкостью, средним сроком созревания плодов (первая – вторая декада сентября), регулярным плодоношением и высокой продуктивностью. Плоды сорта Сваяк крупные (средняя масса – 4,4 г), с высокой дегустационной оценкой (в свежем виде – 4,7 балла, продуктов переработки – 4,5–4,6 балла). Рентабельность возделывания сорта составила 150,7 % [24, 44, 46, 47] (см. таблицу).

**Характеристика боярышника сорта Сваяк
по комплексу хозяйственно ценных признаков**

Хозяйственно ценный признак	Показатель сорта
Срок созревания	Средний
Общая степень подмерзания, балл	0
Урожай, кг/дер.	4,9
Урожайность, т/га	6,5
Масса плода, г:	
средняя	4,4
минимальная	2,4
максимальная	4,9
Количество ягод в кисти, шт.	8,0
Средняя масса кисти, г	24,7
Дегустационная оценка, балл:	
свежих ягод	4,7
продуктов переработки:	
плоды, протертые с сахаром	4,5
напиток	4,6
взвар	4,5
Рентабельность, %	150,7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты изучения видового разнообразия и сортовых особенностей, морфологических и основных хозяйственно ценных признаков разных таксонов подтверждают значительный интерес к культуре боярышника.

Учитывая богатый биохимический состав, неприхотливость к условиям возделывания, возможность длительной эксплуатации насаждений (плодоносит более 150 лет), боярышник можно рассматривать как культуру широких возможностей, заслуживающую многостороннего изучения.

Особый интерес представляет выведенный в отделе ягодных культур РУП «Институт плодородства» сорт боярышника Сваяк, который заслуживает популяризации и внедрения в сельскохозяйственное производство, а также карликовый подвой *C. cuneata*, позволяющий получить ранний урожай (уже на 2-й год) и обеспечивающий высокую продуктивность (до 55 кг с дерева).

Таким образом, необходимо:

расширить коллекцию генетических ресурсов боярышника РУП «Институт плодородства» НАН Беларуси перспективными сортами и видами, пригодными для возделывания в условиях климатической зоны Республики Беларусь;

изучить новые перспективные сорта и виды боярышника с целью совершенствования и обновления сортимента нетрадиционных плодовых культур для приусадебного и промышленного возделывания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шарова, Е. И. Антиоксиданты растений : учеб. пособие / Е. И. Шарова. – СПб. : С.-Петерб. гос. ун-т, 2016. – 140 с.
2. Комлева, А. А. Роль пищевых волокон в питании человека / А. А. Комлева // Пищевые инновации и биотехнологии : материалы IV Междунар. науч. конф., Кемерово, 27 апр. 2016 г. / Кемер. технол. ин-т пищевой пром-сти (ун-т) ; под общ. ред. М. П. Кирсанова. – Кемерово, 2016. – С. 75–76.

3. Pu, T. The complete chloroplast genome of *Crataegus scabrifolia* (Franch.) Rehd (*Rosaceae*), a medicinal and edible plant in Southwest China / T. Pu, Zh.-N. Zhao, X. Yu // *Mitochondrial DNA Part B Resources*. – 2023. – Vol. 8, iss. 1. – P. 81–85.
4. Çalışkan, O. Alıç Yetiştiriciliği – Hawthorn Cultivation / O. Çalışkan, S. Bayazit, D. Kiliç // *Minör meyveler*. – 2022. – № 1. – P. 3–32.
5. Evaluation of molecular and phenotypic diversity of *Crataegus bretschneideri* C. K. Schneid. and related species in China [Electronic resource] / X. Zhang [et al.]. – Mode of access: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-022-01428-0>. – Date of access: 24.01.2023.
6. *Crataegus pinnatifida*: Chemical Constituents, Pharmacology, and Potential Applications / J. Wu [et al.] // *Molecules*. – 2014. – Vol. 19, iss. 2. – P. 1685–1712.
7. Anti-cancer potential of polysaccharide extracted from hawthorn (*Crataegus*) on human colon cancer cell line HCT116 via cell cycle arrest and apoptosis [Electronic resource] / L. Ma [et al.]. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464619306012>. – Date of access: 06.02.2023.
8. Сидорчук, Т. А. Феномен долголетия пожилых людей востока (на примере Южной Кореи и Китая) / Т. А. Сидорчук // *Соц.-психол. проблемы ментальности / менталитета*. – 2014. – № 11. – С. 228–232.
9. Żurek, N. Wykorzystanie głogu (*Crataegus* L.) do produkcji skoncentrowanych preparatów roślinnych o wysokiej zawartości związków biologicznie czynnych [Electronic resource] / N. Żurek. – Mode of access: <https://repozytorium.ur.edu.pl/handle/item/8269>. – Date of access: 09.01.2023.
10. Євчук, Я. В. Біохімічна характеристика плодів глоду (*Crataegus* L.) з метою створення продуктів профілактичного призначення / Я. В. Євчук, В. М. Меженський // *Садівництво: міжвідомчий темат. наук. зб. / Ін-т садівництва Нац. акад. аграр. наук України ; редкол: М. О. Бублик (гол. ред.) [та інш.]*. – Новосілки, 2019. – Т. 74. – С. 124–132.
11. Cloud, A. The effect of hawthorn (*Crataegus* spp.) on blood pressure: A systematic review / A. Cloud, D. Vilcins, B. McEwen // *Elsevier J.* – 2022. – Vol. 7, iss. 3. – P. 167–175.
12. Comparison and Validation of Bioactive flavonoids by Reverse Phase High Performance Liquid Chromatography in *Crataegus* Species Related to Pharmaceutical *Crataegus* Product / N. Agiel [et al.] // *Ind. J. of Pharmaceutical Sci.* – 2022. – Vol. 84, iss. 2. – P. 444–456.
13. Reneaum Ramirez, J. J. Estado del arte de la composición fitoquímica y potenciales antioxidante y antimicrobiano de diversas especies de tejocote (*Crataegus* spp.) : дис. ... канд. биотехнол. наук : 03.01.06 / J. J. Reneaum Ramirez. – Puebla, 2022. – 125 p.
14. Мурашкевич, Л. А. Оценка генетических ресурсов Боярышника (*Crataegus* L.) в РУП «Институт плодородства» / Л. А. Мурашкевич, Л. В. Фролова, И. Н. Остапчук // *Плодородство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодородства» ; редкол: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]*. – Самохваловичи, 2016. – Т. 28. – С. 191–197.
15. Шабан, П. С. Анализ сегмента лекарственных средств растительного происхождения на фармацевтическом рынке Республики Беларусь / П. С. Шабан, И. Л. Курц // *Интернаука*. – 2020. – № 16 (145). – С. 34–37.
16. Aydemir, M. Kara ve Demiryolları Ağaçlandırılmasında Sürdürülebilirlik Açısından Alıç'ın (*Crataegus* spp.) Kullanılması / M. Aydemir // *Gaziosmanpasa J. of Sci. Res.* – 2022. – Vol. 11, № 3. – P. 1–12.
17. Боярышник – состав, лечебные свойства и применение (обзор) / А. Мухтарова [и др.] // *Интернаука*. – 2018. – № 21 (55). – С. 25–27.
18. Федорова, Д. Г. Эколого-биологические особенности представителей родов *Aronia* Pers., *Crataegus* L., *Sorbus* L. при интродукции в условиях Оренбургского Предуралья (на примере г. Оренбурга) : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.01 ; 03.02.08 / Д. Г. Федорова ; Оренбург. гос. педагог. ун-т. – Оренбург, 2015. – 21 с.
19. Гаранович, И. М. Генофонд нетрадиционных культур садоводства в ЦБС НАН Беларуси / И. М. Гаранович, Т. В. Шпитальная, В. В. Титок // *Сб. науч. тр. Гос. Никит. ботан. сада / Гос. Никит. ботан. сад ; редкол.: Ю. В. Плугатарь (гл. ред.) [и др.]*. – Ялта, 2017. – Т. 144, ч. 1. – С. 16–20.
20. Меженский, В. Н. Плодовые сорта боярышника для вашего сада / В. Н. Меженский, Л. А. Меженская // *Овощи и фрукты*. – 2013. – № 6. – С. 56–60.
21. Natay ili Alıç Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu ve Geleceği / S. Bayazit [et al.] // *Gaziosmanpasa J. of Sci. Res.* – 2018. – Vol. 35, № 3. – P. 258–263.
22. Ufimov, R. A. Infrageneric nomenclature adjustments in *Crataegus* L. (*Maleae, Rosaceae*) / R. A. Ufimov, T. A. Dickinson // *Phytologia*. – 2020. – Vol. 88, № 3. – P. 177–199.
23. Витаминная ценность плодов некоторых видов и сортов боярышника / И. Б. Кирина [и др.] // *Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера : Всерос. науч.-практ. конф., Мичуринск, 13 февр. 2020 г. / Мичур. гос. агр. ун-т ; редкол.: В. А. Бабушкин [и др.]*. – Мичуринск, 2020. – С. 64–66.
24. Генофонд плодовых и ягодных растений Беларуси: атлас сортов плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда / З. А. Козловская [и др.] ; под общ. ред. З. А. Козловской, А. А. Таранова. – Минск : Беларус. навука, 2020. – 542 с.
25. *Crataegus pinnatifida*: A botanical, ethnopharmacological, phytochemical, and pharmacological overview [Electronic resource] / R. Li [et al.]. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115819>. – Date of access: 25.01.2023.
26. The sugar composition of hawthorn germplasm grown in Akçadağ (Malatya) region / M. F. Balta [et al.] // *Akademik Ziraat Dergisi*. – 2022. – Vol. 11 (2). – P. 235–242.

27. Косарев, В. Н. Медоносные ресурсы Республики Адыгея / В. Н. Косарев // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы : материалы VI Междунар. науч.-практ. онлайн-конф., Майкоп, 25 нояб. 2020 г. / Майкоп. гос. технол. ун-т ; редкол.: Н. И. Мамси́ров (гл. ред.) [и др.]. – Майкоп, 2020. – С. 109–112.
28. Gerçekcioğlu, R. Sivas İli Yıldızeli ve Şarkışla Yörelerinde Doğal Olarak Yetişen Alıç (*Crataegus* spp.) Genotiplerinin Seleksiyonu / R. Gerçekcioğlu, E. Türkoğlu, M. Aydemir // Fruit Sci. – 2022. – Vol. 9, iss. 2. – P. 61–67.
29. Звягинцев, В. Б. Особенности строения и свойств древесины боярышника мягковатого *Crataegus submollis* Sarg. в условиях Беларуси / В. Б. Звягинцев, Д. В. Козека / Современные проблемы биологического и технического лесоводства : сб. тр. I Междунар. науч.-практ. конф., Йошкар-Ола, 20–23 сент. 2016 г. / Поволж. гос. технол. ун-т ; редкол.: В. И. Федюков [и др.]. – Йошкар-Ола, 2016. – С. 28–31.
30. Получение порошка из плодов боярышника в условиях перерабатывающих производств малой мощности / Г. С. Гумаров [и др.] // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 32. – С. 132–139.
31. Karczmarczuk, R. Ponad tysiąc gatunków głogu?! / R. Karczmarczuk // Wszechświat. – 2011. – Vol. 112, № 7–9. – S. 296–298.
32. Kulczyński, B. Potencjał prozdrowotny owoców i kwiatów głogu / B. Kulczyński, A. Gramza-Michałowska // Problemy Higieny i Epidemiologii. – 2016. – Vol. 97, № 1. – S. 24–28.
33. Яковлева, А. В. Использование растений рода *Crataegus* при восстановлении земель после ликвидации мест несанкционированных свалок / А. В. Яковлева, Т. Б. Сродных // Ландшафтная архитектура: традиции и перспективы : материалы I Всерос. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 15–16 дек. 2022 г. / Урал. гос. лесотехн. ун-т ; редкол.: Е. П. Платонов [и др.]. – Екатеринбург, 2022. – С. 216–221.
34. Бессонова, А. В. Биологические особенности роста и плодоношения перспективных форм боярышника для промышленных насаждений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.08 / А. В. Бессонова ; Мичур. гос. аграр. ун-т. – Мичуринск, 2019. – 23 с.
35. Рубис, В. Л. Особенности цветения и плодоношения североамериканских видов боярышника в условиях Правобережной Лесостепи Украины / В. Л. Рубис, С. В. Роговский // Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического разнообразия растительного мира : тез. докл. Междунар. науч. конф., Минск, 30–31 мая 2002 г. / Центр. ботан. сад Нац. акад. наук Беларуси, Белорус. гос. педагог. ун-т им. Максима Танка ; редкол.: В. Н. Решетников, И. К. Володько, Н. В. Гетко. – Минск, 2002. – С. 232–233.
36. Лысиков, А. Б. К вопросу о зимостойкости декоративных культур / А. Б. Лысиков // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. / Брян. гос. инж.-технол. ун-т ; редкол.: Е. А. Памфилов (гл. ред.) [и др.]. – Брянск, 2022. – Т. 44. – С. 39–43.
37. Гаранович, И. М. Генофонд рода Боярышник в Беларуси / И. М. Гаранович, М. Н. Рудевич, В. Г. Гринкевич // Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микробиоты : сб. ст. II междунар. науч.-практ. конф., Минск, 12–14 нояб. 2013 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: В. В. Лысак (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – С. 6–9.
38. Жидехина, Т. В. Динамика нарастания продуктивности боярышника в интенсивном саду / Т. В. Жидехина // Основы повышения продуктивности агроценозов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти извест. ученых И. А. Муромцева и А. С. Татаринцева, Мичуринск, 24–26 нояб. 2015 г. / Мичур. гос. аграр. ун-т ; редкол.: В. А. Солопов [и др.]. – Мичуринск-наукоград РФ, 2015. – С. 83–89.
39. Guo, T. Hawthorn (*Crataegus*) Resources in China / T. Guo, P. Jiao // Hortscie. – 1995. – Vol. 30, iss. 6. – P. 1132–1134.
40. Мурашкевич, Л. А. Генетические ресурсы малораспространенных ягодных культур в РУП «Институт плодородства» / Л. А. Мурашкевич, Л. В. Легкая // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодородства» ; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2012. – Т. 24. – С. 152–163.
41. Меженская, Л. А. Род Боярышник (*Crataegus* L.) в Украине: интродукция, селекция, эколого-биологические особенности / Л. А. Меженская, В. Н. Меженский. – Киев : Компринт, 2013. – 234 с.
42. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (сорта растений). Сорта культуры «Боярышник» [Электронный ресурс] / Гос. комис. Рос. Федерации по испытанию и охране селекц. достижений. – Режим доступа: <https://gossortrf.ru/gosreestr/>. – Дата доступа: 25.01.2022.
43. Бессонова, А. В. Биологические особенности роста боярышника сорта Боярышник Китайский при различных формах кроны / А. В. Бессонова // Вестн. Мичур. гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 3. – С. 73–77.
44. Сорт боярышника Сваяк / Л. А. Мурашкевич [и др.] // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодородства» ; редкол.: А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – Т. 31. – С. 157–161.
45. Дубовик, Д. В. Род Боярышник (*Crataegus*) во флоре Беларуси / Д. В. Дубовик, А. Н. Скуратович // Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического разнообразия растительного мира : тез. докл. Междунар. науч. конф., Минск, 30–31 мая 2002 г. / Центр. ботан. сад Нац. акад. наук Беларуси, Белорус. гос. пед. ун-т им. Максима Танка ; редкол.: В. Н. Решетников, И. К. Володько, Н. В. Гетко. – Минск, 2002. – С. 259–260.
46. Мобилизация генетических ресурсов ягодных культур в Беларуси / Л. В. Фролова [и др.] // Плодоводство : сб. науч. тр. / РУП «Ин-т плодородства» ; редкол.: А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – Т. 32. – С. 220–226.
47. Сорта плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда, включенные в государственный реестр сортов и находящиеся на испытании в Государственной инспекции по испытанию и охране сортов растений / РУП «Ин-т плодородства» ; отв. за вып. В. В. Васеха. – Самохваловичи : [б. и.], 2020. – 30 с.

**HAWTHORN: A GENETIC RESERVE FOR IMPROVEMENT OF THE SPECIES
AND VARIETY COMPOSITION OF CULTIVATED PLANTS**

M. V. RADKEVICH

Summary

The article provides the analysis of the global distribution of representatives of the Hawthorn genus (*Crataegus*). The results of the study of species diversity and varietal characteristics, morphological and main economically valuable traits of different taxa indicate the considerable interest in the hawthorn crop. In the Republic of Belarus, this species can also be used in various vectors of the national economy.

In the genetic bank of fruit, berry, nut crops and grapes of RUE “Institute of Fruit Growing” hawthorn is represented by 39 samples, including 35 selected forms of Arnold hawthorn (*Crataegus arnoldiana* Sarg.), semi-soft hawthorn (*C. submollis* Sarg.), redhaw hawthorn (*C. sanguinea* Pall.), large-fruited Chinese hawthorn variety of Ukrainian selection (*C. aestivalis* (Walter) Torr. & A. Gray) and a decorative form of the Common Pauli hawthorn (*C. laevigata* f. Pauli). The first Belarusian hawthorn variety Svayak was obtained as a selective form from the population of the Arnold hawthorn species (*C. arnoldiana* Sarg.) in 2018 in the Department of Berry Crops, it was included in the State Register of Agricultural Plant Varieties of the Republic of Belarus for home gardening cultivation in 2020.

Keywords: *Crataegus*, hawthorn, variety, species, biochemical composition, cultivation, Belarus.

Поступила в редакцию 22.03.2023

РОБОТЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

А. А. ЗМУШКО

*РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

Робототехника является неотъемлемой частью цифрового сельского хозяйства и цифрового садоводства, в частности. Сельскохозяйственный робот – это робот, используемый для сельскохозяйственных целей. Роботы могут применяться для сбора данных о состоянии растений или особенностях участка, посева семян, прополки, опрыскивания гербицидами, внесения удобрений или пестицидов, полива, обрезки, сбора урожая, обработки земли. Сельскохозяйственных роботов также называют агроботами. Продолжающийся рост численности населения, повышение спроса на продукты питания, снижение доступности рабочей силы в сельском хозяйстве, рост затрат на сельское хозяйство – все это стимулирует массовую автоматизацию промышленности в области сельского хозяйства. Со временем использование роботизированных машин в садоводстве позволит создавать высокоинтеллектуальное, автоматизированное производство, позволяющее полностью заменять ручной труд и сокращать потери рабочего времени, связанные с человеческим фактором.

Ключевые слова: робот, агробот, роботизация, робототехника, сельское хозяйство, цифровое плодоводство.

ВВЕДЕНИЕ

Робототехника является неотъемлемой частью цифрового сельского хозяйства и цифрового садоводства, в частности. Сельскохозяйственный робот – это робот, используемый для сельскохозяйственных целей. Роботы могут применяться для сбора данных о состоянии растений или особенностях участка, посадки семян, прополки, опрыскивания гербицидами, внесения удобрений или пестицидов, полива, обрезки, сбора урожая, обработки земли.

Продолжающийся рост численности населения, повышение спроса на продукты питания, снижение доступности рабочей силы в сельском хозяйстве, рост затрат на сельское хозяйство – все это стимулирует массовую автоматизацию промышленности в области сельского хозяйства [1].

Передовые страны работают над переходом к безлюдному автоматизированному сельскому хозяйству на основе широкого применения мобильных и стационарных роботов. Как ожидается, это позволит добиться роста производительности на фоне повышения рентабельности, что обеспечивает снижение себестоимости продукции [1].

Глава Национального центра точного земледелия в Великобритании, глава инженерного отдела в университете Харпер Адамс, профессор Саймон Блэкмор считает, что точное сельское хозяйство становится робототехническим, и точное земледелие находится на грани нового этапа развития, включающего интеллектуальные машины, которые самостоятельно способны выполнять работы и значительно повысить эффективность сельскохозяйственного производства [2, 3]. В настоящее время многие компании в мире осуществляют выпуск роботов сельскохозяйственной направленности.

Сельскохозяйственных роботов также называют агроботами [4].

ФУНКЦИИ РОБОТОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Рассмотрим основные функции роботов в земледелии.

Сбор данных. Робот Ladybird, или «Божья коровка», созданный в Сиднейском университете, автономно перемещается по рядам, собирая данные с помощью датчиков, лазеров, камер. Робот способен проводить картирование, обнаружение и классификацию вредных организмов для различных культур, в дальнейшем планируется использовать его для сбора урожая [5, 6].

Одной из новых разработок американских ученых из университета штата Иллинойс является роботизированный автоинспектор, управляемый посредством компьютера и GPS, способный анализировать состояние сельскохозяйственных растений с помощью фенотипирования. Этот процесс позволяет оценить состояние отдельных растений, основываясь на их физических характеристиках, не нарушая при этом целостности биологического объекта. Все собранные инспектором данные сохраняются в базе данных компьютера, передающего информацию пользователю. По результатам такого осмотра можно создавать полноценные 3D-модели состояния каждого растения [2, 7].

Обрезка. Фирмой Vision Robotics Corporation разработано самоходное робототехническое устройство для обрезки виноградной лозы, которое позволяет повысить производительность на 40–50 %. Срок окупаемости устройства – около двух лет. В основе системы технического зрения лежит стереоскопическое сканирование видеокамерами ряда виноградной лозы по движению робота на длину работы секаторов. После обработки информации происходит обрезка по программе, заложенной в бортовой компьютер [8].

Французская компания Wall-ye выпустила линейку многофункциональных роботов. Один из них – робот для обрезки виноградной лозы. Колея робота регулируется в диапазоне от 1 до 2,5 м, высота – от 0,8 до 1,4, высота обрезки – до 2 м, робот оснащен системой технического зрения из шести встроенных камер [8].

Уничтожение сорняков. В настоящее время существуют роботы, способные производить деликатную прополку и аккуратное внесение гербицидов.

Например, роботы фирмы Garford, Великобритания (на основе применения системы технического зрения) способны распознавать образцы культурной и сорной растительности, что обеспечивает деликатную прополку без повреждения растений, разноглубинную культивацию в зависимости от наличия сорняков в междурядьях и дифференцированное внесение гербицидов в междурядья [8].

Компания Deere & Company (США), которая приобрела стартап под названием Blue River Technology, разработала систему «обзора и распыления», сочетающую в себе компьютерное зрение и искусственный интеллект для различения культур и сорняков. Система обрабатывает культуру удобрениями, а сорное растение – гербицидами с точностью до 90 % [2, 9].

В Швейцарии тестируется робот-пропольщик ecoRobotix. Система на солнечных батареях перемещается по заданной территории, с помощью камеры сканирует побеги, выявляет среди них сорную растительность и опрыскивает ее небольшой дозой гербицидов. Благодаря селективному подходу робот способен в 20 раз сократить применение гербицидов в хозяйстве [10]. Подобные машины разрабатываются в Австралии, Германии. В дальнейшем разработчики планируют вместо гербицидов использовать лазерный луч, чтобы полностью отказаться от применения химии. Представитель робототехнического биржевого фонда Robo Global Ричард Лайтбоунд (Richard Lightbound) заявил, что точечная обработка гербицидами с помощью роботов не только будет очень востребована среди фермеров, но на определенном этапе может стать обязательной [11].

Робот RIPPA разработан Австралийским центром полевой робототехники для овощеводов. Источником энергии RIPPA служат солнечные батареи, робот перемещается по зерновым или овощным культурам точно так же, как комбайн, и, используя встроенные датчики и нейронные сети, сканирует находящиеся под ним растения на предмет наличия сорняков или других нежелательных тел: от насекомых до кусочков пластика. Обнаружив сорняк, робот прицельно выстреливает в него микродозами гербицида (аналогичным способом он может уничтожать насекомых). Если применение пестицидов недопустимо, робот оснащен специальным ножом и механически уничтожает сорняки. При необходимости этим же ножом он проводит рыхление почвы. RIPPA может использоваться и для сверхточного внесения удобрений. В этом случае робот определяет уже не сорняки, а культурные растения, доставляя микродозы питательных веществ непосредственно к их корневой системе [6, 12].

Группа специалистов компании «Найо Текнолоджиз» (Naio Technologies, Франция) разработала сельскохозяйственного робота, облегчающего труд фермеров и повышающего доходность



Рис. 1. Самоходный робот-опрыскиватель

фермерских хозяйств. «Дайно» – это новое, эффективное решение, позволяющее фермерам соблюдать все более жесткие нормы применения фитосанитарных препаратов, преодолевать проблемы, связанные с использованием пестицидов, и справляться с нехваткой рабочей силы в аграрном секторе. Робот-пропольщик «Дайно» способен целенаправленно бороться с сорняками, что экономит трудозатраты фермера на протяжении всего сезона. Особо эффективен «Дайно» в борьбе с сорняками на полях больших размеров, где салат, морковь, лук и другие овощи выращиваются на грядках или в рядах [13].

Еще одним примером робототехники являются автоматические опрыскиватели. На таких опрыскивателях устанавливаются контролирующая и исполнительная электронные системы, которые дают возможность полностью автоматизировать управление работой агрегата, они обеспечивают необходимое количество внесения рабочего раствора и поддержание его в пределах агротехнических требований, независимо от рельефа участка, скорости движения техники, давления в гидросистеме. При обработке садов они автоматически регулируют высоту опрыскивания деревьев, в зависимости от их размеров, и выполняют обработку только в тех местах, где находятся деревья. Такие агрегаты, в среднем, расходуют на 10 % меньше пестицидов по сравнению с обычными опрыскивателями [6, 14].

Полноприводный мобильный робот Naio Technologies Oz компании Naio Technologies (Франция) используется для рыхления почвы и уничтожения сорняков в междурядьях культурных растений [4].

К роботизированным машинам для ухода за плодовыми растениями относятся разработанные в ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФНАЦ ВИМ) автономные роботы с различными сельскохозяйственными адаптерами (опрыскиватели, культиваторы, подкормщики, роботы для мониторинга состояния плодовых насаждений) (рис. 1) [15].

Как ожидается, переход на роботизированную борьбу с сорняками позволит снизить объемы химических средств, используемых в сельском хозяйстве, – с сорняками можно и нужно бороться механическими способами. Безусловно, также снизится необходимость в использовании ручного труда. Роботизация борьбы с сорняками лежит в общем тренде изменений форм-фактора сельскохозяйственной техники – от управляемой человеком мощной техники ко множеству небольших и недорогих автономных устройств, возможно, работающих в команде [16].

Сбор урожая. Калифорнийская компания Abundant Robotics (США), вышедшая из некоммерческого научно-исследовательского института SRI International, разрабатывает роботов, способных собирать яблоки вакуумными руками, которые высасывают плоды прямо с деревьев в садах [2, 17] (рис. 2).

Компания «Антерра Капитал» (США) производит роботизированную руку, способную захватывать плоды, сообщил AgFunder News. По мнению партнера компании Дэна Харбург, роботы, которые будут использоваться в пищевой промышленности и сельском хозяйстве, будут намного гибче тех, что применяются на автомобильных заводах, чтобы справляться с естественными изменениями в продуктах питания или в окружающей среде [2, 3].

Израильская компания FFRobotics проводит работы по созданию робота для сбора яблок, основанного на искусственном интеллекте. Установленные на тракторах устройства используют камеры для распознавания отдельных яблок и с помощью роботизированных рук способны аккуратно производить сбор плодов с деревьев с учетом степени зрелости [2, 17].

В Японии в институте IAM-BRAIN (институт Биоориентированной сельскохозяйственной техники) разработана и испытана машина-робот, способная собирать зрелые ягоды земляники, снимать их и складывать в контейнер. Робот высотой около 2 м передвигается по рельсам между рядками земляники и определяет степень зрелости ягод по цвету, затрачивая на это приблизи-



Рис. 2. Робот, способный собирать яблоки вакуумными руками

тельно 6–8 с. За процесс определения зрелости и позиционирования манипулятора отвечает система из трех цифровых камер: две – за предварительную настройку, третья – за точный захват и направление действий механической руки [8].

Робототехническое устройство Agrobot SW6010 and AGS Hydro испанской фирмы Agrobot представляет собой комбайн для уборки земляники на гидропонных плантациях. Комбайн содержит набор из 60 манипуляторов и систему технического зрения для построения 3D-моделей ягод с различной степенью спелости, что позволило осуществить принцип селективной уборки только зрелой ягоды в автоматическом режиме [8].

В Калифорнийском технологическом институте (UCLA) создан опытный образец землянично-уборочного робота, который оснащен системой стерео- и видеокamer. Ягода обнаруживается путем сканирования поверхности ряда с нескольких сторон и анализа полученных изображений с помощью специализированного программного обеспечения. Далее рука-манипулятор захватывает, отрывает и переносит ягоду в контейнер. Манипулятор смонтирован на самоходном шасси и имеет возможность перемещаться по полю. Робот находится на стадии лабораторных разработок и требует испытаний в полевых условиях. В связи с этим остается перспективным направление рационализации ручного труда сборщиков при помощи применения автоматизированных платформ с электроприводом [8].

Британский стартап Dogtooth Technologies еще 2017 г. представил автономную роботизированную платформу на гусеничном ходу, оснащенную рукой-манипулятором для сбора клубники

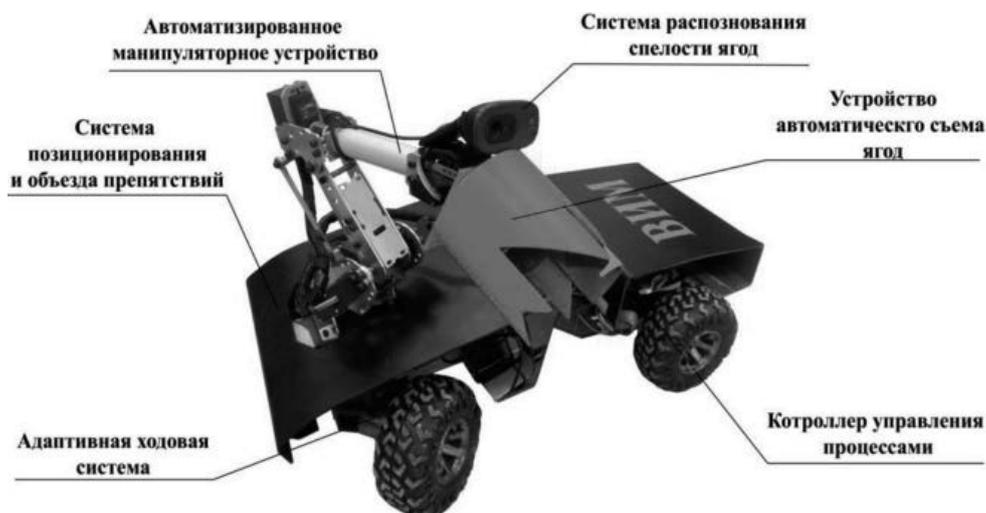


Рис. 3. Роботизированная платформа с интеллектуальной системой распознавания степени спелости урожая

на фермах, где ягоды выращиваются на приподнятых над землей стеллажах. С тех пор ряд образцов комбайна уже работает в хозяйствах разных стран мира, а компания продолжает совершенствовать системы и улучшать алгоритмы, привлекая большую науку. В частности, продвинутая технология машинного зрения разрабатывалась в сотрудничестве с Национальным институтом агроботаники Кембриджского университета. Достоинства робота состоят не только в умении аккуратно сорвать ягоду, но и в способности, перемещаясь по агроферме, анализировать состояние кустов, выявлять участки зрелых и готовых к сбору ягод, определять, где клубнике еще надо дозреть, а где возникли проблемы (например, культура поражена вредителем) [18].

В Японии презентовали проект изолированной от внешней среды роботизированной фермы по выращиванию салата-латука. Человекоподобные роботы, которыми управляет уникальное ПО, смогут ежедневно выращивать и собирать до 30 тыс. единиц салата [19].

Для технологической операции «Цифровая уборка урожая» в ФНАЦ ВИМ разрабатывается роботизированная платформа с интеллектуальной системой распознавания степени спелости урожая и автоматическим устройством для съема ягод (рис. 3) [15].

ПРЕИМУЩЕСТВА РОБОТОВ

Рассмотрим преимущества использования робота-садовода. Во-первых, он работает круглосуточно 24 часа 7 дней в неделю, без перерывов. Во-вторых, не требует дополнительных затрат (оплата больничных листов, зарплата, отпускные). В-третьих, возрастает точность и качество выполненной роботом работы [20].

Компания Small Robot Company (SRC) считает, что роботы ведут более точное и экологически безвредное сельское хозяйство, чем традиционные практики [21]. Роботы SRC – Том, Дик и Гарри – способны самостоятельно ухаживать за посевами, заботясь о каждом отдельном растении. Они подкармливают и опрыскивают только те растения, которые в этом нуждаются, обеспечивая идеальный уровень питательных веществ и защиту растений, без потерь и воздействия на окружающую среду. Роботы – это низкоуглеродная альтернатива большим тракторам, они не вызывают переуплотнения почвы и препятствуют эрозии и загрязнению сельхозучастков. Роботы SRC используют на 90 % меньше агрохимикатов и на 95 % меньше энергии, чем традиционные методы, применявшиеся в прошлом. Работают ежедневно круглый год и готовы взять на себя самые трудоемкие задачи, освобождая время фермеров для развития в других областях сельскохозяйственного бизнеса, таких как брендинг и маркетинг [21].

Со временем использование роботизированных машин в садоводстве будет способствовать созданию высокоинтеллектуального, автоматизированного производства, которое позволит полностью заменять ручной труд и сокращать потери рабочего времени, связанные с человеческим фактором [22].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Робототехника является неотъемлемой частью цифрового сельского хозяйства и цифрового садоводства, в частности. Сельскохозяйственный робот – это робот, используемый для сельскохозяйственных целей. Роботы могут применяться для сбора данных о состоянии растений или особенностях участка, посева семян, прополки, опрыскивания гербицидами, внесения удобрений или пестицидов, полива, обрезки, сбора урожая, обработки земли.

Продолжающийся рост численности населения, повышение спроса на продукты питания, снижение доступности рабочей силы в сельском хозяйстве, рост затрат на сельское хозяйство – все это стимулирует массовую автоматизацию промышленности в области сельского хозяйства. Передовые страны работают над переходом к безлюдному автоматизированному сельскому хозяйству на основе широкого применения мобильных и стационарных роботов. Как ожидается, это позволит добиться роста производительности на фоне повышения рентабельности, что обеспечит снижение себестоимости продукции.

Со временем использование роботизированных машин в садоводстве даст возможность создавать высокоинтеллектуальное, автоматизированное производство, которое позволит полностью заменять ручной труд и сокращать потери рабочего времени, связанные с человеческим фактором.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бойко, А. Сельское хозяйство и роботы [Электронный ресурс] / А. Бойко // RoboTrends. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/roboedia/selskoe-hozyaystvo-i-roboty>. – Дата доступа: 08.11.2022.
2. Карпушина, М. В. Применение современных цифровых технологий в садоводстве / М. В. Карпушина, Д. Э. Руссо // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2019. – № 57 (03). – С. 95–108.
3. Rejcek, P. The farms of the future will be automated from seed to harvest [Electronic resource] / P. Rejcek // Singularity Hub. – 2017. – Oct. 30. – Mode of access: <https://singularityhub.com/2017/10/30/the-farms-of-the-future-will-run-on-ai-and-robots/>. – Date of access: 08.11.2022.
4. Обзор задач точного земледелия и аграрных роботизированных средств / Д. К. Ву [и др.] // Изв. Кабард.-Балк. науч. центра РАН. – 2017. – № 3 (77). – С. 13–19.
5. Colin, J. «Ladybird» autonomous robot to help out down on the farm [Electronic resource] / J. Colin // New Atlas. – 2014. – July 02. – Mode of access: <https://newatlas.com/ladybird-autonomous-intelligent-farm-robot/32776/>. – Date of access: 02.07.2022.
6. Васильченко, А. В. Инновации и цифровизация в защите растений / А. В. Васильченко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – № 61 (1). – С. 161–172.
7. Kite-Powell, J. How Sensors, robotics and artificial intelligence will transform agriculture [Electronic resource] / J. Kite-Powell // Forbes. – 2017. – Mar. 19. – Mode of access: <https://www.forbes.com/sites/jenniferhicks/2017/03/19/how-sensors-robotics-and-artificial-intelligence-will-transform-agriculture/?sh=a863d384ba89>. – Date of access: 08.11.2022.
8. Федоров, А. Д. Внедрение цифровых технологий в развитии садоводства / А. Д. Федоров, О. В. Кондратьева, О. В. Слинко // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: АГРОИНФО-2021 : материалы 8-й Междунар. науч.-практ. конф., Краснообск, 21–22 окт. 2021 г. / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации [и др.] ; под ред. В. В. Альта. – Новосибирск ; Краснообск, 2021. – С. 354–358.
9. Tibbetts, J. H. From identifying plant pests to picking fruit, AI is reinventing how farmers produce your food [Electronic resource] / J. H. Tibbetts // Enzia: Published at the University of Minnesota's Institute on the Environment. – Mode of access: <https://ensia.com/features/deep-learning/>. – Date of access: 03.11.2022.
10. Burger, L. Robots fight weeds in challenge to agrochemical giants [Electronic resource] / L. Burger, T. Polansek // Reuters. – 2018. – May 22. – Mode of access: <https://www.reuters.com/article/us-farming-tech-chemicals-insight/robots-fight-weeds-in-challenge-to-agrochemical-giants-idUSKCN1IN0IK>. – Date of access: 22.06.2022.
11. Как роботы заменяют людей [Электронный ресурс] // TAdviser. Государство. Бизнес. Технологии : деловой портал. – 2020. – 24 июня. – Режим доступа: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Как_роботы_заменяют_людей. – Дата доступа: 10.11.2022.
12. Петухова, Т. Боты для фермера [Электронный ресурс] / Т. Петухова, Д. Хайрутдинов // eRazvitie.org. – 2019. – 1 февр. – Режим доступа: http://erazvitie.org/article/boti_dlya_fermera. – Дата доступа: 01.02.2022.
13. Цифровые технологии на службе сельского хозяйства и сельских районов [Электронный ресурс] / ФАО ООН // АгроВестник. – 2020. – 17 янв. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/tsifrovye-tekhnologii-na-sluzhbeselskogo-khozyajstva-i-selskikh-rajonov.html>. – Дата доступа: 03.11.2022.
14. Марченко, В. Контролирующие и исполнительные электронные системы опрыскивателей / В. Марченко, В. Синько // Зерно. – 2007. – № 1. – С. 70–76.
15. Измайлов, А. Ю. Цифровые агротехнологии в системе «Умный сад» / А. Ю. Измайлов, И. Г. Смирнов, Д. О. Хорт // Садоводство и виноградарство. – 2018. – № 6. – С. 33–39.
16. Бойко, А. Борьба с сорняками и роботы [Электронный ресурс] / А. Бойко // RoboTrends. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/roboedia/borba-s-sornyakami-i-roboty>. – Дата доступа: 08.11.2022.
17. Карпушина, М. В. Возможности применения цифровых технологий в сельском хозяйстве / М. В. Карпушина, А. И. Дрыгина // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия : сб. ст. / Сев.-Кавк. федер. науч. центр садоводства, виноградарства, виноделия ; редкол.: Е. А. Егоров (гл. ред.) [и др.]. – Краснодар, 2019. – Т. 26. – С. 200–204.
18. 9 проектов комбайнов-беспилотников [Электронный ресурс] // Agrotrend.ru. – 2021. – 19 марта. – Режим доступа: <https://agrotrend.ru/news/11816-9-proektov-kombaynov-bespilotnikov/>. – Дата доступа: 08.11.2022.
19. Панасенко, А. Интернет вещей готовится к земле [Электронный ресурс] / А. Панасенко // IoT expert. – 2016. – 14 сент. – Режим доступа: http://www.iotexpert.ru/analytics/iot_earth. – Дата доступа: 08.11.2022.
20. Барышникова, И. А. Разработка и реализация автоматизированной системы «умная оранжерея» на основе технологий интернета вещей / И. А. Барышникова, Е. В. Буценко // Актуал. проблемы и перспективы развития экономики: рос. и зарубеж. опыт. – 2017. – № 11. – С. 47–53.
21. Мудрик, А. Фермеры будущего: искусственный интеллект и агроботы [Электронный ресурс] / А. Мудрик // ПРОДУКТ.ВУ. – 2019. – 25 июня. – Режим доступа: <https://produkt.by/news/fermery-budushchego-iskusstvennyu-intellekti-agroboty>. – Дата доступа: 03.11.2022.
22. Робототехнические средства в растениеводстве / И. Г. Смирнов [и др.] // Политемат. сетевой электрон. науч. журн. Куб. гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 118. – С. 1651–1660.

ROBOTS IN AGRICULTURE

A. A. ZMUSHKO

Summary

Robotic technology is an integral part of digital agriculture and digital fruit-growing in particular. An agricultural robot is a robot used for agricultural purposes. Robots can be used to collect data on the condition of plants or characteristics of the land plot, seed planting, weeding, spraying with herbicides, fertilizers or pesticides application, watering, trimming, harvesting and land treatment. Agricultural robots are also called agrobots. The ongoing growth in the population, as well as increase in demand for food, decline in the availability of the labor force in agriculture, the growth of expenses for agriculture – all this encourages massive automation of industry in the field of agriculture. Over time, the use of robotic machines in gardening will create a highly intellectual, automated production that will allow to replace manual labor entirely and reduce the loss of working hours related to the human factor.

Keywords: robot, agrobot, robotization, robotic technology, agriculture, digital fruit-growing.

Поступила в редакцию 23.03.2023

ДРОНЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

А. А. ЗМУШКО, А. В. КИРЧЕНКО

*РУП «Институт плодородства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

В настоящее время широкое распространение в сельском хозяйстве получили дроны. Дроны – роботы, отличительной чертой которых является способность к полету. Они представляют собой коптеры с 4, 6, 8 винтами. Дроны, используемые в сельском хозяйстве, иногда называют агродронами. В сельском хозяйстве они могут выполнять ряд функций: 1) мониторинг посадок (при этом обладают способностью осуществлять следующие операции: аэрофотосъемку, видеосъемку, 3D-моделирование, тепловизионную съемку, лазерное сканирование); 2) использоваться для борьбы с вредителями и болезнями; 3) применяться для прореживания цветков или плодов; 4) использоваться для посадки семян; 5) орошать места, где не хватает влаги; 6) вносить удобрения; 7) использоваться для опыления растений; 8) осуществлять анализ состояния почвы.

Ключевые слова: дроны, агродроны, коптеры, беспилотные летательные аппараты, мониторинг посадок.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широкое распространение в сельском хозяйстве получили дроны. Дроны – роботы, отличительной чертой которых является способность к полету (рис. 1).

Дроны – коптеры с 4, 6, 8 винтами. Главные отличия между беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) с фиксированным крылом и коптерами лежат в характеристиках дальности и стабильности полета, подъемном весе, способе запуска и посадки, цене и т. д. [1].

Дроны можно оборудовать большими резервуарами, которые могут быть заполнены удобрениями, гербицидами или пестицидами. Они способны функционировать автономно и могут быть запрограммированы для полета по определенному графику и маршруту [2]. Кроме того, их часто используют для мониторинга посадок. Преимущества этой техники: работает в воздухе и не зависит от рельефа, удаленное управление и избегание контакта с пестицидами, высокая эффективность и низкая стоимость. Среди стран, где сейчас происходит активное использование сельскохозяйственных беспилотников, можно выделить США, Китай, Японию, Бразилию, страны ЕС. В 2017 г. 2,5 тыс. дронов компании Yamaha обрабатывали 42 % рисовых полей Японии [3, 4].

Дроны, используемые в сельском хозяйстве, иногда называют агродронами. Рассмотрим цели, для которых могут применять дроны.

ПРИМЕНЕНИЕ ДРОНОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Во-первых, дроны осуществляют мониторинг посадок. При этом они способны выполнять следующие операции: аэрофотосъемку, видеосъемку, 3D-моделирование, тепловизионную съемку, лазерное сканирование [5].

Изображения, полученные с помощью беспилотных воздушных систем, идентифицируют потенциальную проблему и сигнализируют работнику о том, чтобы он самостоятельно доехал до указанного местоположения для более тщательного осмотра [6–8]. Цифровой мониторинг садовых насаждений с помощью летательных аппаратов позволяет оперативно оценить санитарное состояние насаждений, получить информацию о заболеваемости кроны деревьев (рис. 2). Также можно в режиме онлайн оценить урожайность плодовых культур [9].

Одним из главных преимуществ использования технологии дронов является простота и эффективность крупномасштабного мониторинга посевов и сельскохозяйственных площадей. В прошлом, чтобы получить крупномасштабное изображение фермы и обнаружить потенциальные



Рис. 1. Внешний вид дрона



Рис. 2. Анализ заболеваемости листьев

проблемы, использовались фотографии, сделанные со спутника или самолета. Однако эти фотографии были дорогостоящими и не могли гарантировать такую же степень точности изображения, какую предлагают дроны [2]. Вдобавок, хотя спектральный анализ полей можно делать из космоса, но с этим есть определенные проблемы (оперативность таких съемок и облачность), спутник сложно заставить летать и фотографировать исключительно нужные поля в нужное время [10].

Во-вторых, дроны могут использоваться для борьбы с вредителями и болезнями.

Например, в Японии создан Agri Drone, который борется с вредителями, ведущими ночной образ жизни. Беспилотник совершает вылет в ночное время суток, в автоматическом режиме, при помощи инфракрасных и тепловых камер он определяет места с повышенной численностью насекомых и уничтожает их небольшими дозами инсектицида. Также беспилотник может применять светоловушки. Agri Drone способен автономно патрулировать, обнаруживать и уничтожать 50 различных видов вредных насекомых [11]. Японский беспилотник Skyrobot защищает участки от диких животных. С помощью камеры с ИК-датчиком и системы с искусственным интеллектом он выявляет приближающихся к полям животных и отпугивает их с помощью высокочастотного сигнала или звуков разрыва петард [12]. Китайская фирма DJI в конце 2017 г. представила БПЛА сельхозназначения MG-1S Advanced с системами, повышающими эффективность и точность работы дрона. Они уже работают в садах на севере Китая, в провинции Шаньси. За 10 мин проводят обработку всего садового участка и работают в 15 раз быстрее фермеров. Ежедневно оператор может обрабатывать пестицидами площадь около 40 га [4, 13].

Одним из первопроходцев в использовании дронов в России является компания Bonduelle. Ее специалисты используют дроны при выращивании органических овощей. На полях площадью 10 тыс. га в Краснодарском крае четыре робота (один дрон способен разово обработать 50 га)

распыляют насекомых-хищников, которые уничтожают вредителей [14]. Исследовательская группа из Университета штата Вашингтон разработала автоматизированную беспилотную систему, которая удерживает вредителей, таких как вороны или европейские скворцы, от поедания винограда и других культур. Птиц мог отпугнуть шум дрона, но исследователи также могли включить сигналы бедствия и звуки хищных птиц [15].

Если требуется, дрон может обрабатывать проблемные участки средствами защиты растений [10]. Их преимущество состоит в способности осуществлять точечное опрыскивание. Такой подход позволяет фермерам обрабатывать только больные растения, исключая попадание химикатов на остальной урожай [5].

Возможно, в будущем дроны будут применяться для борьбы с вредителями, используя мало-мощные лазеры, убивающие насекомых-вредителей в полете [6, 16].

В-третьих, лазеры дронов могут быть использованы с целью прореживания цветков яблони или плодов для точного управления нагрузкой урожая. Доцент кафедры садоводства Грег Пек, Virginia Tech (США) называл это «прореживанием с лазерным наведением» (цит. по [6, 16]).

В-четвертых, дроны можно применять для посева семян.

Посев семян с помощью дронов практикуется сравнительно недавно и еще не получил широкого распространения, однако некоторые компании ставят эксперименты, высевая семена растений с помощью беспилотников. По сути, производители экспериментируют со специфическими системами, которые запрограммированы разбрасывать семена в подготовленную почву [2].

Молодые компании по производству БПЛА сыграли важную роль в разработке уникальных технологий, призванных решить целый ряд проблем в сфере экологии и сельского хозяйства. Например, компания «Дронсид» (DroneSeed) использует беспилотный летательный аппарат, способный поднимать полезную нагрузку массой 57 фунтов/полет в виде семян деревьев, гербицидов, удобрений и воды в целях лесовосстановления и пересадки растений. Эта технология помогает минимизировать необходимость в личном присутствии для посадки растений в выбранной местности [2].

Примером также может служить БПЛА от компании BioCarbon Engineering – дрон для посадки деревьев. Он оснащен специальным модулем для «выстрела» семенами один раз в секунду. Установлено, что пара операторов сможет, таким образом, посадить около 100 тыс. деревьев в день [17].

В-пятых, дроны могут орошать места, где не хватает влаги, их можно программировать для выявления засохших участков земли, которые они потом будут поливать. В связи с тем что дрон может поднимать вес не более 200 кг, поливы совершаются только точно [10, 18].

В-шестых, дроны могут вносить удобрения [18]. Примером является DJI Agras MG-1S – дрон, применяемый для распыления пестицидов и удобрений (рис. 3) [17].

В-седьмых, дроны используются для опыления растений. Особенно актуальным это становится в связи с массовой гибелью пчел.



Рис. 3. Дрон DJI Agras MG-1S

Впервые вымирание пчел в количестве, превышающем естественную гибель, было зафиксировано во второй половине XX в., к концу века этот процесс ускорился. В 1990-е годы пасечники начали замечать массовые исчезновения медоносных пчел, особенно в зимние месяцы. С 2006 г. исчезновение пчел происходит в небывалых масштабах. Этот феномен получил название «синдром разрушения пчелиных семей» (CCD, colony collapse disorder). Только в 2015 г. на территории США погибло примерно 40 % пчелиных колоний, в Европе их число упало на 12 % [19].

В качестве главной причины гибели медоносных пчел Всемирный фонд защиты пчел приводит интенсивное применение в борьбе с вредителями ядохимикатов и пестицидов, которые наносят смертельный вред популяции пчел. Помимо этого, у пчел нет иммунитета к появившимся из-за глобального потепления паразитам и опасным болезням, от которых пока не найдено лечение [19].

По расчетам некоторых ученых-пчеловодов, если такая тенденция сохранится, то к 2040 г. эти уникальные насекомые могут исчезнуть совсем [20].

Вымирание пчел является глобальной экологической катастрофой [21]. Безусловно, для людей в питании очень важен мед, но не все знают, что пчелы вносят важный вклад в обеспечение продовольственной безопасности и питания, устойчивость сельскохозяйственного поддержания окружающей среды и экосистем в здоровом состоянии, сохранение биоразнообразия благодаря тому, что могут бесплатно опылять многие растения. Существование цветковых растений органически связано с насекомыми, в основном пчелами. Дальнейшая судьба таких продуктов, как яблоки, персики, гранаты, вишня, черешня, арбузы, дыни и другие, полностью зависит от пчел [20]. По информации Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), из 100 видов сельскохозяйственных культур, которые обеспечивают 90 % продовольствия на планете, более 70 % опыляются пчелами [21].

Примером использования дрона для опыления является Dropcopter – дрон для рассеивания собранной пыльцы. Дрон для опыления работает так же, как и для получения изображений, – он следует заранее заданному плану полета, имеет контроллер для управления и анализа с возможностью настройки скорости опыления культуры для достижения определенных параметров. Беспилотники летают вверх и вниз по рядам на высоте около 3 м над пологом дерева и могут обрабатывать от 8 до 10 га в час, а полеты обычно занимают около 25 минут. Сама пыльца содержится в запатентованном устройстве, которое рассеивает пыльцу из дрона. Команда Dropcopter протестировала свою инновацию на деревьях миндаля, яблони, вишни и груши (рис. 4) [17, 22].

В-восьмых, дроны могут осуществлять анализ состояния почвы. С помощью камер, установленных на дронах, анализируется состояние почвы на различных участках и определяется целесообразность посадки семян [23].

Потребление БПЛА растет и становится все более популярным в коммерческих приложениях, причем сельское хозяйство, вероятно, будет одним из крупнейших пользователей технологии беспилотных летательных аппаратов [24].



Рис. 4. Dropcopter

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время широкое распространение в сельском хозяйстве получили дроны. Они способны функционировать автономно и могут быть запрограммированы для полета по определенному графику и маршруту. Их можно оборудовать большими резервуарами, которые могут быть заполнены удобрениями, гербицидами или пестицидами. Кроме того, дроны часто применяются для мониторинга посадок. Преимущества этой техники: работает в воздухе и не зависит от рельефа, отдаленное управление и избегание контакта с пестицидами, высокая эффективность и низкая стоимость. Среди стран, где сейчас происходит активное использование сельскохозяйственных беспилотников, можно выделить США, Китай, Японию, Бразилию, страны ЕС.

Потребление беспилотных летательных аппаратов растет и становится все более популярным в коммерческих приложениях, причем сельское хозяйство, вероятно, будет одним из крупнейших пользователей технологии беспилотных летательных аппаратов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Барсаева, Д. Х. Использование геоинформационных технологий в сельском хозяйстве / Д. Х. Барсаева // Роль инноваций в трансформации современной науки : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., Челябинск, 17 нояб. 2019 г. / отв. ред. А. А. Сукиасян. – Уфа, 2019. – Ч. 2. – С. 88–92.
2. Дроны в сельском хозяйстве: как беспилотники совершили революцию в сфере сельскохозяйственных работ и как войти на этот быстро развивающийся рынок? [Электронный ресурс] // Skymec. – 2020. – 16 июня. – Режим доступа: <https://skymec.ru/blog/drone-use-cases/agricultural-drones-use/drony-v-selskom-khozyaystve/>. – Дата доступа: 08.11.2022.
3. Бойко, А. Опрыскивание растений с беспилотников [Электронный ресурс] / А. Бойко // RoboTrends. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopeedia/opryskivanie-rasteniy-s-bespiletnikov>. – Дата доступа: 08.11.2022.
4. Васильченко, А. В. Инновации и цифровизация в защите растений / А. В. Васильченко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – № 61 (1). – С. 161–172.
5. Беспилотники в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // Геомир. Современные технологии для агробизнеса. – 2019. – 02 дек. – Режим доступа: <https://www.geomir.ru/publikatsii/bespiletniki-v-selskom-khozyaystve/>. – Дата доступа: 08.11.2022.
6. Карпушина, М. В. Применение современных цифровых технологий в садоводстве / М. В. Карпушина, Д. Э. Руссо // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2019. – № 57 (03). – С. 95–108.
7. Rejcek, P. The farms of the future will be automated from seed to harvest [Electronic resource] / P. Rejcek // Singularity Hub. – 2017. – Oct. 30. – Mode of access: <https://singularityhub.com/2017/10/30/the-farms-of-the-future-will-run-on-ai-and-robots/>. – Date of access: 08.11.2022.
8. Kite-Powell, J. How Sensors, robotics and artificial intelligence will transform agriculture [Electronic resource] / J. Kite-Powell // Forbes. – 2017. – Mar. 19. – Mode of access: <https://www.forbes.com/sites/jenniferhicks/2017/03/19/how-sensors-robotics-and-artificial-intelligence-will-transform-agriculture/?sh=a863d384ba89>. – Date of access: 08.11.2022.
9. Измайлов, А. Ю. Цифровые агротехнологии в системе «Умный сад» / А. Ю. Измайлов, И. Г. Смирнов, Д. О. Хорт // Садоводство и виноградарство. – 2018. – № 6. – С. 33–39.
10. Олехнович, В. Дрон вместо тракториста. Посмотрели на сельскохозяйственный беспилотник в действии [Электронный ресурс] / В. Олехнович ; фото: М. Тарналицкий // Onliner. – 2021. – 22 окт. – Режим доступа: <https://tech.onliner.by/2021/10/22/agrarnye-drony>. – Дата доступа: 08.11.2022.
11. Hardiman, M. Japan's pest-zapping drone [Electronic resource] / M. Hardiman // Atlas of the Future. – 2016. – July 19. – Mode of access: <http://atlasofthefuture.org/project/agri-drone/>. – Date of access: 08.11.2022.
12. Yano, S. Drones to protect farms from wildlife – and wildlife from us [Electronic resource] / S. Yano // Nikkei Asia. – 2017. – Oct. 11. – Mode of access: <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/Drones-to-protect-farms-from-wildlife-and-wildlife-from-us/>. – Date of access: 11.09.2022.
13. Chen, S. China's pesticide drones 'a godsend' for struggling farmers amid labour short-age [Electronic resource] / S. Chen // South China Morning Post. – 2017. – Apr. 27. – Mode of access: <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2091150/chinas-pesticide-drones-godsend-struggling-farmers-amid-labour>. – Date of access: 27.05.2022.
14. Цифровое развитие: все, что нужно знать о трансформации бизнеса [Электронный ресурс] // СБЕР Про. – 2022. – 21 окт. – Режим доступа: <https://sber.pro/publication/czifrovoe-razvitie-vsyo-chto-nuzhno-znat-o-transformaczii-biznesa>. – Дата доступа: 08.11.2022.
15. Agricultural drone [Electronic resource]. – Mode of access: https://en.wikipedia.org/wiki/Agricultural_drone. – Date of access: 22.11.2022.
16. Карпушина, М. В. Возможности применения цифровых технологий в сельском хозяйстве / М. В. Карпушина, А. И. Дрыгина // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия : сб. ст. / Сев.-Кавк. федер. науч. центр садоводства, виноградарства, виноделия ; редкол.: Е. А. Егоров (гл. ред.) [и др.]. – Краснодар, 2019. – Т. 26. – С. 200–204.
17. Бережнов, Н. Н. Обзор применения технологических модулей на основе беспилотных летательных аппаратов / Н. Н. Бережнов, Н. В. Дуничев // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : ма-

териалы III Нац. науч.-практ. конф., Кемерово, 30 дек. 2019 г. / М-во сел. хоз-ва РФ, Департамент сел. хоз-ва и перераб. пром-сти Кемер. обл., Кузбас. гос. с.-х. акад. – Кемерово, 2019. – С. 72–80.

18. Буча, Д. В. Возможности использования дронов в сельском хозяйстве / Д. В. Буча, О. Л. Бушейко // Наука – практике : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 15 мая 2020 г. : в 2 ч. / Баранович. гос. ун-т ; редкол.: В. В. Климук (гл. ред.) [и др.]. – Барановичи, 2020. – Ч. 1. – С. 97–99.

19. Драчев, В. Вымирание пчел. Причины и пути решения проблемы [Электронный ресурс] / В. Драчев // Информ. агентство ТАСС. – 2019. – 5 авг. – Режим доступа: <https://tass.ru/info/6734318>. – Дата доступа: 25.10.2022.

20. Безверхов, А. П. Экологические проблемы по защите пчел / А. П. Безверхов, З. К. Саидова // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : II Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Солоное Займище, 28 февр. 2017 г. / Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. земледелия ; сост. Н. А. Щербакова. – Солоное Займище, 2017. – С. 1563–1565.

21. Кузьмина, В. А. Влияние антропогенных факторов на жизнедеятельность пчел / В. А. Кузьмина, Е. С. Мельник // Безопасность городской среды : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Омск, 17–19 нояб. 2021 г. / Ом. гос. техн. ун-т ; редкол.: Г. Г. Байкенова, Е. В. Филатова ; под общ. ред. Е. Ю. Тюменцевой. – Омск, 2022. – С. 181–184.

22. Эфендиева, А. А. Перспективы использования беспилотных устройств в решении прикладных задач в сельскохозяйственной отрасли / А. А. Эфендиева, О. З. Загазежева // Изв. Кабард.-Балк. науч. центра Рос. акад. наук. – 2019. – № 4 (90). – С. 54–59.

23. Глазунова, Н. П. Беспилотные системы в АПК / Н. П. Глазунова, Т. А. Марынова, Р. Н. Бахтиев // Аграр. конф. – 2019. – № 4 (16). – С. 15–20.

24. Агрокультура 4.0: синергия системы – систем, онтологии, интернета вещей и космических технологий / В. П. Куприяновский [и др.] // Intern. J. of Open Inform. Technologies. – 2018. – Vol. 6, № 10. – С. 46–67.

DRONES IN AGRICULTURE

A. A. ZMUSHKO, A. V. KIRCHENKO

Summary

At present drones have become widespread in agricultural industry. Drones are robots, a distinctive feature of which is flight ability. They present copters with 4, 6, 8 screws. Drones used in agriculture are sometimes called agro-drones. In agricultural industry they can perform a number of functions: 1) planting monitoring (while being able to carry out the following actions: aerial photography, video filming, 3D modeling, thermal imaging shooting, laser scanning); 2) pests and diseases control; 3) flowers or fruits thinning; 4) seed planting; 5) irrigation of places that lack moisture; 6) fertilizers application; 7) pollination of plants; 8) analysis of the soil conditions.

Keywords: drones, agro-drones, copter, unmanned aerial vehicles, planting monitoring.

Поступила в редакцию 23.03.2023

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ФЕРМЫ КАК НОВЫЙ ТРЕНД В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

А. А. ЗМУШКО, А. В. КИРЧЕНКО

*РУП «Институт плодородства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

Вертикальная ферма – обобщенное название автоматизированных агропромышленных систем, предназначенных для выращивания в вертикально расположенных ярусах овощей, зелени, грибов и рыбы с целью обеспечения продовольствием городского населения. Вертикальная ферма может быть комплексным роботизированным устройством либо в ней могут применяться специализированные роботы на отдельных участках. Как правило, это многоэтажные теплицы или стеллажи, заставленные лотками с зеленью, освещаемые светодиодами. Создание искусственной, контролируемой среды позволяет сократить потребности в использовании пестицидов, расход воды и энергии. К методам вертикального земледелия относятся аквапоника, гидропоника и аэропоника. Родоначальником вертикального фермерства считают американского профессора экологии и микробиологии Диксона Деспоммьера. Вертикальные фермы обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными сельскими хозяйствами.

Ключевые слова: вертикальная ферма, теплицы, роботы, аквапоника, гидропоника, аэропоника.

ВВЕДЕНИЕ

Климатические изменения (засухи, наводнения, непредсказуемость погодных условий, экологические катаклизмы), действие вредителей, влияние человеческого фактора ведут к снижению урожайности и, как следствие, удорожанию продуктов питания. С каждым годом население нашей планеты увеличивается, и весь мир давно обсуждает проблемы перенаселения, ограниченности и истощения топливных, водных ресурсов, к тому же пригодных для сельского хозяйства земель становится с каждым годом все меньше, а потребности в продуктах только увеличиваются. Самым печальным прогнозом ученых является надвигающаяся проблема голода и войны за природные ресурсы, пригодные для сельского хозяйства. И решение проблемы стоит искать не только в отдельных областях, а в целом их ряде, таких как промышленная микробиология, гидробиология, агрономия, исследования в областях генетики растений и животных, контроля и утилизации отходов, общественного здравоохранения, градостроительство, проектирование зданий и т. д. Относительно недавно исследования в этих областях натолкнули человечество на несколько вариантов решения, одним из которых являются вертикальные фермы [1].

Вертикальная ферма – обобщенное название автоматизированных агропромышленных систем, предназначенных для выращивания в вертикально расположенных ярусах овощей, зелени, грибов и рыбы с целью обеспечения продовольствием городского населения [2].

Роботизированные вертикальные фермы – это одно из перспективных направлений в сельском хозяйстве, способ повысить эффективность капиталовложений и производительность труда в сельском хозяйстве [3].

Как правило, это многоэтажные теплицы или стеллажи, заставленные лотками с зеленью, освещаемые светодиодами. Создание искусственной, контролируемой среды позволяет сократить потребности в использовании пестицидов, расход воды и энергии. Ускоряется цикл выращивания кормов. Вертикальная ферма может быть комплексным роботизированным устройством либо в ней могут применяться специализированные роботы на отдельных участках [3].

Родоначальником вертикального фермерства считают американского профессора экологии и микробиологии Диксона Деспоммьера. Вместе со студентами Колумбийского университета Нью-Йорка он погрузился в проблему земледелия на крышах небоскребов Манхэттена. Результаты исследований разочаровали ученого – насытить таким способом можно не более 2 % местного населения. И тогда Деспоммьера осенило: выращивать овощи и другие дары природы лучше не на крыше, а под нею [4].

В своих статьях и книгах начиная с 1999 г. Деспоммьер развивает теорию вертикальных ферм. По его мнению, под такой объект нужно спроектировать, возвести и специально оборудовать высотный дом. Согласно расчетам одна ферма, расположенная в 30-этажном здании, сможет дать пищу для 50 тыс. человек. Секрет рекордных урожаев – вертикальная ферма воссоздает природную экосистему. Деспоммьер уверен: вскоре в небоскребах, как на обычных полях, будут выращивать около сотни видов сельскохозяйственных культур. Вертикальные многоуровневые фермы могут быть конфигурированы как угодно, но в большинстве случаев речь идет о подвешенных в воздухе грядках, где выращивают культуры на специальных субстратах или вовсе без них. На таких фермах, как правило, есть ультрафиолетовое излучение, которое эмулирует лучи солнца. И вместо непредсказуемых погодных условий, которые, порой, приводят к катастрофическим ситуациям на полях, вертикальные фермы в городской черте полностью управляемы – климат здесь регулируется компьютером, и все направлено на получение максимального урожая. В принципе, если есть соответствующие технологии, то фермы подобного рода можно создавать практически везде. Фактически речь идет о новом тренде – городских фермах, которые находятся в непосредственной близости от тех, для кого продукты питания выращиваются. Правда, есть и ряд условий. Все вертикальные фермы нуждаются в определенном пространстве и доступе к электричеству. Больше ничего особенного не требуется. Фермеры сами могут покупать все, что им требуется для производства продуктов питания [4].

Итак, вертикальная ферма размещается в закрытых помещениях внутри специально спроектированного или адаптированного для этого здания. Главными отличиями вертикальных агропроизводств от традиционных тепличных хозяйств являются многоярусное размещение насаждений и полностью контролируемый в закрытом помещении климат [5].

Экологи отмечают потенциальный долгосрочный позитивный экологический эффект вертикальных ферм при их массовом внедрении. Отмечается, что они не загрязняют сточные воды и не требуют применения пестицидов, не приводят к эрозии почв, имеют существенно меньший выброс парниковых газов, таких как метан, азот и двуокись углерода [5].

Главным отличием вертикальной фермы от традиционных типов теплиц является направление их архитектурной структуры на вертикальную пространственную плоскость, где организован основной производственный процесс. В результате общая площадь, используемая в этих зданиях для выращивания сельскохозяйственной продукции, намного превышает их строительную площадь [2].

При этом вертикальные фермы размещаются в городах и превращают их в центры по выращиванию продукции, позволяя использовать городские условия, ранее не приспособленные для сельскохозяйственных нужд [6]. Концепция вертикальных ферм предполагает культивирование растений и домашнего скота в высотных зданиях на территориях городских районов, где отсутствуют доступная земля и пространство (рис. 1) [7].



Рис. 1. Вертикальная ферма

Актуальность вертикальных ферм обусловлена нижеследующими обстоятельствами. Как уже говорилось, к 2050 г. население мира превысит 9 млрд человек. Чтобы прокормить 9 млрд человек на планете, нужны фермерские хозяйства, которые покрывают землю, по площади равную всей Южной Америке, поэтому необходимо применение действительно революционного подхода в ведении сельского хозяйства внутри помещений, где будут использованы ультрасовременные технологии. Под земледелие в настоящее время применяется 80 % общей площади земли. При этом около 67 % сельскохозяйственных земель используется для производства продуктов питания, идущих на корм животным, и только 33 % – для выращивания овощей, фруктов и зерновых для человека. Очевидно, что земельные ресурсы – это роскошь, которую себе не могут позволить многие регионы мира. Это и стало основанием для новой сельскохозяйственной идеи – вертикальные фермы, которые поднимаются к небу или уходят глубоко под землю [8].

Сингапур и Япония считаются первыми странами, освоившими их строительство, так как именно в этих государствах плотность населения очень высока при маленькой площади территории [9].

Несмотря на сложные технические и практические проблемы при применении вертикальных ферм, сегодня они существуют и производят различные виды сельскохозяйственных культур в Китае, Южной Корее, Японии, Сингапуре, Объединенных Арабских Эмиратах, Нидерландах, Италии, Великобритании, США и Канаде [8].

Вертикальное сельское хозяйство – это выращивание растений в промышленном масштабе в городах с полным климат-контролем, без примесей и пестицидов и независимо от сезона [10]. При этом высокоавтоматизированные агропромышленные комплексы размещаются в специально спроектированных зданиях [11].

Первые коммерческие вертикальные фермы появились в Сингапуре. Их успехи в производстве свежей зелени и овощей (1 тонна в день) вызвали интерес у инвесторов и стартаперов, которые убедились, что на воплощении идей Деспоммьера можно зарабатывать. Вертикальные фермы стали трендом, их начали создавать по всему миру: в деловых кварталах, супермаркетах, на месте заброшенных фабрик и даже в метро. В отрасль хлынули большие деньги. В 2017 г. японский Softbank инвестировал в развитие вертикального фермерства 200 млн долларов США [4].

Методы вертикального земледелия

Гидропоника. Гидропоника относится к технике выращивания растений без почвы. В гидропонных системах корни растений погружают в жидкие растворы, содержащие макроэлементы (такие как азот, фосфор, сера, калий, кальций и магний) и микроэлементы (включая железо, хлор, марганец, бор, цинк, медь и молибден). Применяются также инертные (химически неактивные) среды, например, гравий, песок и опилки, в качестве заменителей почвы для обеспечения поддержки корней [9, 11].

Аквапоника. Аквапоника, в отличие от гидропоники, делает еще один шаг вперед, интегрируя производство наземных растений с производством водных организмов (например, рыб) в замкнутую систему, которая имитирует биосферу. Богатые питательными веществами сточные воды из аквариумов фильтруются блоком удаления твердых частиц, а затем направляются в биофильтр, где токсичный аммиак превращается в питательную селитру. Поглощая питательные вещества, растения затем очищают сточные воды, которые возвращаются обратно в аквариумы [1, 8, 11].

Аэропоника. В отличие от обычной гидропоники и аквапоники, аэропоника не требует никакой жидкой или твердой среды для выращивания растений. Вместо этого жидкий раствор с питательными веществами запотевают в воздушных камерах, где растения подвешены. Аэропоника является наиболее перспективной технологией выращивания без почвы, поскольку она использует до 90 % меньше воды, чем самые эффективные обычные гидропонные системы и не требует замены питательной среды [11].

Типы вертикальных ферм

Первый тип – это высотные структуры с несколькими уровнями, которые освещаются искусственным светом. Многие города реализовали эту модель в новых и старых зданиях, включая



Рис. 2. Вертикальная ферма R4 apartment

склады [12]. К ним относятся существующие сегодня вертикальные фермы, например, Sky Greens (Зеленое небо) в Сингапуре – первая коммерческая вертикальная ферма в мире [8].

Второй тип вертикального земледелия – это крыши старых и новых промышленных и жилых зданий, а также террасы и кухни. Знаковым объектом данного типа стал жилой комплекс One Central Park (Первый Центральный Парк) в Сиднее [8].

Третий тип – это футуристическое многоэтажное здание будущего [8]. Такая вертикальная ферма может быть представлена в виде многофункционального комплекса, куда могут входить, кроме агропромышленной зоны, общественная и жилая зоны [13]. В последнее десятилетие мы наблюдаем большее число серьезных провидческих предложений такого типа. По сути, архитекторы предлагают заново изобрести вертикальное здание как структурно и функционально, так и экологически и энергетически. Можно привести пример такого здания. Архитектор Пьер Сарту французской фирмы Atelier SOA предложил вертикальную ферму смешанной функции Tour Vivante (Живая башня), в которой расположатся жилье, фермы, помещения для отдыха, рестораны и магазины. Концепция эко-башни Tour Vivante заключается в объединении производства гидропоники и жилья

в городской среде. Небоскреб использует энергию ветра, рекультивацию дождевой воды, производство биогаза и производство продуктов на месте. Переплетение функции жилья, производства и видов деятельности направлено на обеспечение симбиотической взаимосвязи между жителями и окружающей средой. Например, пищевые отходы из ресторанов и от жителей будут собирать и обрабатывать для использования в качестве жидкого удобрения для фруктов и овощей. Аналогично кислород, производимый растениями, будут направлять жильцам, а диоксид углерода, производимый арендаторами, будут передавать растениям. Дождевую воду с крыши и фасадов будут собирать, фильтровать и использовать на ферме, а отходы, сгенерированные фермой, и другие функции (жилье, квартиры) – собирать и использовать для выработки энергии для башни. Использованная вода, производимая башней, будет рециркулирована и очищена для кормления и удобрения растений. Tour Vivante также включает в себя возобновляемые источники энергии, применяя две большие ветровые турбины и фотоэлектрические панели, расположенные на южном фасаде здания и крыше. Существуют и другие подобные проекты в Китае, Гонконге, Канаде, Франции [8].

К этому же типу относится «жилая» ферма, разработанная сингапурской компанией Surbana International Consultants, которая получила приз Skyrise Greenery Awards за создание проекта экологичного здания. Это здание представляет собой смесь жилого комплекса и вертикальной фермы. R4 apartment концептуально может быть построен в районе Бизнес-Центра Сингапура рядом с открытым рынком для выгодных отношений (рис. 2). Выгода таких отношений заключается в том, что вертикальная ферма сможет получать необходимый компост для удобрения растений, а Бизнес-Центр будет получать электричество, продукты и воду [13].

Еще один необычный способ размещения вертикальных ферм был представлен во Франции, где гидропонная ферма La Cavegne была спрятана под землю в старом подземном паркинге. Британцы пошли еще дальше и разместили вертикальную ферму Growing Underground в лондонских тоннелях, построенных во время Второй мировой войны. Огромная по размерам площадь была отведена под горох, редис и микрозелень. Из-за удобного расположения в центре Лондона спрос на продукцию этой сити-фермы моментально возрос, и сейчас у них нет отбоя от клиентов [9].

Вертикальные фермы можно разделить на два вида, исходя из культивируемых организмов:

1. Фермы, специализирующиеся исключительно на растениеводстве.
2. Сельскохозяйственные фермы, занимающиеся растениеводством и животноводством (в данном случае сооружение работает как экосистема) [1].

Плюсы вертикальных ферм

1. Экологическая чистота – вся продукция является экологически чистой как для потребителя, так и для окружающей среды: технология выращивания не требует применения пестицидов [1, 14].

2. Защита от неблагоприятных погодных условий – защита сельскохозяйственных культур от суровых погодных условий представляет собой одно из наиважнейших преимуществ вертикального фермерства [14]. Идеальные условия создаются благодаря контролю температуры, углекислого газа и влажности воздуха, которые, оставаясь неизменными, позволяют выращивать зелень, ягоды и другие растения целый год [9].

3. Экономия водных ресурсов – сравнительный анализ вертикального и традиционного сельских хозяйств показывает, что первый метод значительно снижает потребление воды. Сельскохозяйственные культуры, выращиваемые в таких хозяйствах, запускают процесс испарения. В свою очередь, этот процесс позволяет фермерам повторно применять воду для ирригационных целей. Расход воды приближается к минимуму. Таким образом, вертикальные фермы способствуют рациональному использованию природных ресурсов [14].

4. Отсутствие испорченной продукции – риск порчи продукции чрезвычайно мал или равен нулю. Особенность вертикального фермерства состоит в том, что полученный урожай потребляется непосредственно после сбора. Необходимость в транспортных расходах для перевозки продуктов из одного места в другое исключена, так как все сельскохозяйственные культуры предназначены к потреблению в черте города [14].

5. Сбор урожая круглый год [1, 2].

6. Автономность – энергообеспечение комплексов, частичную или полную автономность можно осуществить за счет:

а) использования энергии солнца и ветра, к тому же солнечные панели и ветрогенераторы можно расположить даже на самом здании фермы;

б) применения биомассы (отходов производства ферм) для получения энергии в процессе компостирования либо предполагается, что в специальных метантанках анаэробные бактерии будут перерабатывать органические отходы ферм в метан, сжигание которого обеспечит ферму теплом и электричеством [1]. В будущем вертикальные фермы должны быть с нулевым потреблением энергии [2].

7. Защита природы – комплексы способствуют сохранению природных ландшафтов, нормализуя функционирование естественной экосистемы. Также освобожденные территории могут использоваться для выращивания культур, которые невозможно вырастить без земли или для посадки лесов [1].

8. Снижение затрат – города, ранее не приспособленные для ведения сельского хозяйства, превращаются из пассивных в активные центры производства продукции этой отрасли, тем самым значительно снижая затраты на доставку, транспортировку и хранение продукции [1].

9. Создание новых рабочих мест [1].

10. Выращивание импортных культур – вертикальная ферма дает возможность выращивать экзотические импортные культуры, которые сложно вырастить даже в условиях обычных теплиц [1].

Примеры вертикальных ферм

Fodder Works. Роботизированная система для выращивания зеленой биомассы – так называемая вертикальная ферма. Роботизированная система с производительностью 1 т кормовых ростков в день. Стоимость системы – порядка 233 тыс. долл. США в январе 2017 г. За единицу времени эта вертикальная ферма-робот выращивает на 400 % больше биомассы, чем человек. Среди других достоинств – ферма практически не нуждается в плодородных почвах, а также потребляет меньше воды по сравнению с обычными сельскохозяйственными угодьями [3].

Mirai Corp в Японии – самая большая вертикальная ферма в мире площадью 25 тыс. м². Для работы ей нужно на 40 % меньше энергии, на 80 % меньше удобрений и на 99 % меньше воды,

чем обычной. А продуктивность увеличилась в 100 раз – в день там выращивают 10 тыс. головок латука [7].

AeroFarms в США – одна из самых больших вертикальных ферм в мире – размещается в здании бывшего сталелитейного завода в Нью-Джерси. Благодаря глубокому пониманию биологии растений, компания сегодня выращивает более 550 различных сортов фруктов и овощей. Местным растениям не требуются солнечный свет и земля, а также ей нужно в 20 раз меньше воды, чем традиционной ферме [7].

В России к ним можно отнести проект осетровой фермы в д. Антоново Шеметовского поселения, состоящий из рыбных бассейнов под крышей и вертикальных ферм для различных культур. Отработанная вода с фермы является питательным субстратом для растений, выращиваемых по гидропонной технологии [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вертикальные фермы способны в будущем перевернуть мир сельского хозяйства из-за значительного перевеса преимуществ, главное из которых – это нанесение минимального вреда окружающей среде при сохранении больших площадей земли для других нужд. Также сити-фермы решают две главные проблемы: сложность доставки зелени в маленькие города, а также сохранение высокого качества выращиваемой продукции с минимальным использованием пестицидов и специальных удобрений [12].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Привалова, М. А. Вертикальные фермы / М. А. Привалова // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сб. материалов IV Всерос. науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых с междунар. участием, Ижевск, 20–21 апр. 2016 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Ижев. гос. техн. ун-т им. М. Т. Калашникова ; отв. за вып. А. П. Тюрин, В. В. Сяктерева. – Ижевск, 2016. – С. 783–787.
2. Ерден, Е. Е. Вертикальные фермы – современное решение вопросов сельского хозяйства / Е. Е. Ерден, Ш. Ж. Суранкулов // Евраз. науч. об-ние. – 2019. – № 11-1 (57). – С. 40–42.
3. Бойко, А. Вертикальные фермы и робототехника [Электронный ресурс] / А. Бойко. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robotopedia/vertikalnye-fermy-i-roboty>. – Дата доступа: 24.10.2022.
4. Хапчаев, А. А. Вертикальные фермы / А. А. Хапчаев // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности : сб. тр. XII Междунар. конф. и X Междунар. конкурса науч. и науч.-метод. работ, М., 15–16 февр. 2019 г. / Регион. отд-ние обществ. орг. «Междунар. акад. информатизации» [и др.] ; отв. ред. и сост. В. В. Серов, Т. В. Пирязева. – М., 2019. – С. 65–67.
5. Вертикальная ферма [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вертикальная_ферма. – Дата доступа: 24.10.2022.
6. Вертикальные фермы [Электронный ресурс] // Промгидропоника: магазин прогрессивного растениеводства. – Режим доступа: <https://www.promgidroponica.ru/vertikalnyefermy>. – Дата доступа: 24.10.2022.
7. Калач, Е. Вертикальные фермы – попытка примирения городской и сельской жизни / Е. Калач // Звезда. – 2022. – 30 студ. – Режим доступа: <https://zviazda.by/ru/news/20220128/1643368923-vertikalnye-fermy-popytka-primireniya-gorodskoy-i-selskoy-zhizni>. – Дата доступа: 24.10.2022.
8. Иконописцева, О. Г. Экоархитектура вертикальных ферм как новая типология агропромышленных зданий городского хозяйства будущего / О. Г. Иконописцева // Изв. Сам. науч. центра Рос. акад. наук. Соц., гуманитар., мед.-биол. науки. – 2018. – Т. 20, № 3. – С. 34–41.
9. Дмитриева, А. С. Вертикальные фермы – новая тенденция в сельском хозяйстве / А. С. Дмитриева // Хроноэкономика. – 2019. – № 6 (19). – С. 35–38.
10. Капелюк, З. А. Вертикальное сельское хозяйство как новая концепция развития аграрного сектора / З. А. Капелюк, А. А. Алетдинова // Интернет-журн. Науковедение. – 2017. – Т. 9, № 6. – С. 52.
11. Вертикальные фермы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://future.fandom.com/ru/wiki/Вертикальные_фермы. – Дата доступа: 24.10.2022.
12. Despommier, D. The vertical farm: feeding the world in the 21st century / D. Despommier. – New York : Thomas Dunne Bks : St. Martin's Press, 2010. – 305 p.
13. Долотказина, Н. С. Вертикальные фермы как пространства сосуществования природы и человека / Н. С. Долотказина, А. Т. Рахимбердиев // Перспективы развития строительного комплекса : материалы XV Междунар. науч.-практ. конф. проф.-преподават. состава, молодых ученых и студентов, Астрахань, 19–20 окт. 2021 г. / Астрах. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Астрахань, 2021. – Т. 15. – С. 47–52.
14. Бурмистрова, Э. В. Вертикальные фермы / Э. В. Бурмистрова, А. В. Сагалаев // Строительство и архитектура – 2015 : материалы междунар. науч.-практ. конф., Ростов н/Д., 26–27 нояб. 2015 г. / Рост. гос. строит. ун-т, Союз строителей Юж. федер. округа, Ассоциация строителей Дона. – Ростов н/Д., 2015. – Т. 4. – С. 113–115.

VERTICAL FARMS AS A NEW TREND IN AGRICULTURE

A. A. ZMUSHKO, A. V. KIRCHENKO

Summary

A vertical farm is a generic term for automated agro-industrial systems designed for growing vegetables, greens, mushrooms and fish in vertically arranged tiers in order to provide food for urban population. A vertical farm can be a complex robotic device or specialized robots can be used in separate areas therein. As a rule, these are multi-tiered greenhouses or racks filled with greens and illuminated by LEDs. Artificially created and controlled environment makes it possible to reduce the use of pesticides, as well as water and energy consumption. The methods of vertical agriculture include aquaponics, hydroponics and aeroponics. The founder of vertical farming is thought to be an American professor of ecology and microbiology Dickson Despommier. Vertical farms have a number of advantages compared to traditional rural farms.

Keywords: vertical farm, greenhouses, robots, aquaponic, hydroponics, aeroponic.

Поступила в редакцию 23.03.2023

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

В изданиях РУП «Институт плодородства» публикуются результаты экспериментальных и теоретических исследований в области плодородства. К публикации также принимаются аналитические обзоры, краткие сообщения, информация о симпозиумах, конференциях и событиях в научной жизни, рецензии на книги. Материал научной статьи должен являться оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, и содержать данные исследований не менее чем за 2 года.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Статьи сопровождаются направлением научного учреждения, актом экспертной комиссии учреждения, где была проведена данная работа, а также рецензией редакционной коллегии сборника «Плодородство».

Статьи присылаются в двух экземплярах, напечатанных на персональном компьютере в текстовом редакторе Word на белой бумаге на одной стороне листа формата А4, а также в электронном виде отдельным файлом. Размер полей – 2,5 см со всех сторон листа. Размер шрифта – 12, межстрочный интервал – одинарный, автоматическая расстановка переносов. Объем научной статьи, включая аннотацию, список использованных источников, таблицы, рисунки и подписи к ним, должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 тыс. печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.).

СТРУКТУРА СТАТЬИ

1. *Индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК).*
2. *Название статьи.*
3. *Инициалы и фамилия (фамилии) автора (авторов).*
4. *Полное наименование учреждения, где работает автор (авторы), адрес с указанием города и страны, адрес электронной почты.*
5. *Аннотация объемом 100–150 слов.*
6. *Ключевые слова.*
7. *Введение.*
8. *Методика и материалы исследований.*
9. *Результаты исследований и их обсуждение.*
10. *Выводы (заключение).*
11. *Список использованных источников оформляется согласно требованиям ГОСТ 7.1-2003, располагается в конце текста, ссылки нумеруются согласно порядку цитирования в тексте, порядковые номера пишутся внутри квадратных скобок. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.*

Статьи должны быть подписаны всеми авторами. Рукописи, не отвечающие этим требованиям, отклоняются или возвращаются автору (авторам) на доработку. Редакция оставляет за собой право сокращать и исправлять рукопись по согласованию с автором.

Статьи следует направлять по адресу: **РУП «Институт плодородства». Отдел информации, внедрения и маркетинга. Ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь. Телефакс: (017) 506 61 40. E-mail: belhort@belsad.by.**

Научное издание

ПЛОДОВОДСТВО

FRUIT-GROWING

Сборник научных трудов

Основан в 1971 году

Том 35

Редактор *Т. С. Климович*

Художественный редактор *В. В. Домненков*

Технический редактор *М. В. Савицкая*

Компьютерная верстка *Н. И. Кашуба*

Переводчик на английский язык *П. Д. Махинов*

Подписано в печать 14.09.2023. Формат 60×84¹/₈. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 24,18. Уч.-изд. л. 19,2. Тираж 150 экз. Заказ 193.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».

Свидетельства о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/18 от 02.08.2013, № 2/196 от 05.04.2017. Ул. Ф. Скорины, 40, 220084, г. Минск.