

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
РАСТЕНИЙ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА (ВИР)**

**ТРУДЫ
ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, том 183
выпуск 2**

(основаны Р. Э. Регелем в 1908 г.)

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2022**

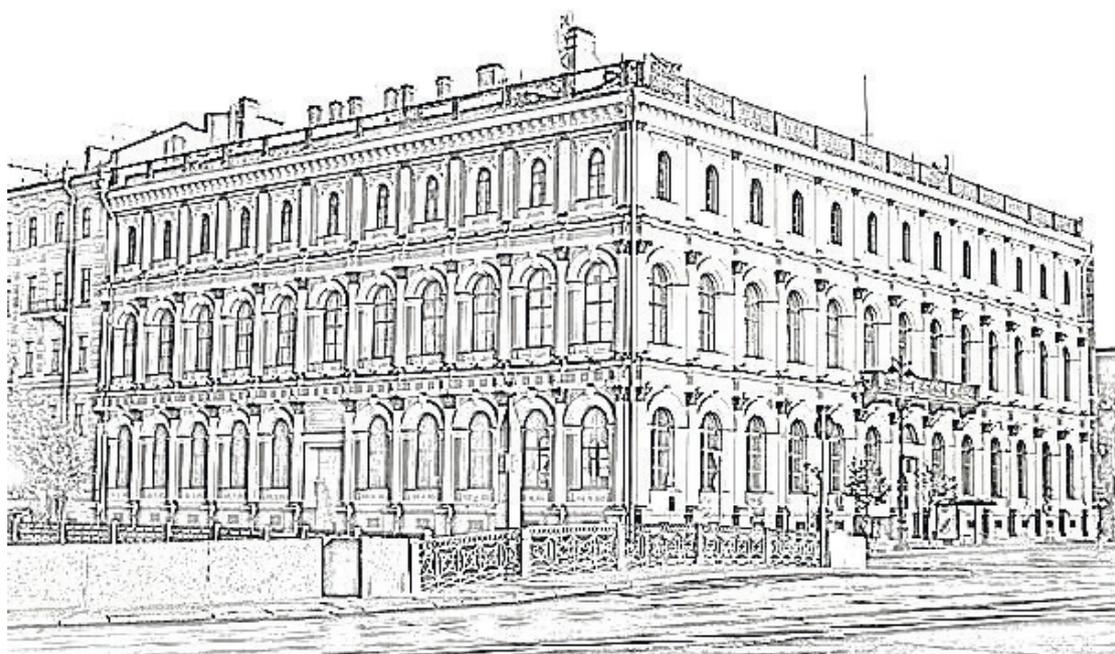
**PROCEEDINGS
ON APPLIED BOTANY, GENETICS
AND BREEDING, vol. 183
issue 2**

(founded by Robert Regel in 1908)

**ST. PETERSBURG
2022**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова (ВИР)

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation
Federal Research Center
the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)





Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 - 57455 от 27.03.2014
Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»

Главный редактор

Хлесткина Елена Константиновна, д-р биол. наук, профессор РАН (Россия)

Заместители главного редактора

Вишнякова Маргарита Афанасьевна, д-р биол. наук (Россия)
Лоскутов Игорь Градиславович, д-р биол. наук (Россия)
Митрофанова Ольга Павловна, д-р биол. наук (Россия)

Ответственный секретарь

Шпилина Лилия Юрьевна, канд. биол. наук (Россия)

Редакционная коллегия

Анисимова Ирина Николаевна, д-р биол. наук (Россия)
Брач Нина Борисовна, д-р биол. наук (Россия)
Гавриленко Татьяна Андреевна, д-р биол. наук (Россия)
Голохваст Кирилл Сергеевич, д-р биол. наук, профессор РАН, чл.-кор. РАО (Россия)
Горина Валентина Милентьевна, д-р с.-х. наук (Россия)
Добровольская Оксана Борисовна, д-р биол. наук (Россия)
Дорофеев Владимир Иванович, д-р биол. наук (Россия)
Зотеева Надежда Мубаровна, д-р биол. наук (Россия)
Корзун Виктор Николаевич, д-р биол. наук (Германия)
Лоскутов Игорь Градиславович, д-р биол. наук (Россия)
Матвеева Татьяна Валерьевна, д-р биол. наук (Россия)
Медведев Сергей Семенович, д-р биол. наук (Россия)
Мироненко Нина Васильевна, д-р биол. наук (Россия)
Митрофанова Ирина Вячеславовна, д-р биол. наук, чл.-кор. РАН (Россия)
Радченко Евгений Евгеньевич, д-р биол. наук (Россия)
Рашаль Исаак, д-р биол. наук, профессор (Латвия)
Родионов Александр Викентьевич, д-р биол. наук (Россия)
Силантьева Марина Михайловна, д-р биол. наук (Россия)
Солодухина Ольга Владимировна, д-р биол. наук (Россия)
Турусбеков Ерлан Кенесбекович, канд. биол. наук, профессор (Казахстан)
Ухатова Юлия Васильевна, канд. биол. наук (Россия)
Филипенко Галина Ивановна, канд. с.-х. наук (Россия)
Хатевов Эдуард Балилович, д-р биол. наук (Россия)
Чухина Ирена Георгиевна, канд. биол. наук (Россия)

Редакционный совет

Афанасенко Ольга Сильвестровна, д-р биол. наук, академик РАН (Россия)
Баталова Галина Аркадьевна, д-р с.-х. наук, академик РАН (Россия)
Бервилле Андре, д-р (Франция)
Бёрнер Андреас, д-р (Германия)
Беспалова Людмила Андреевна, д-р с.-х. наук, академик РАН (Россия)
Вишнякова Маргарита Афанасьевна, д-р биол. наук (Россия)
Голубец Войтех, д-р (Чехия)
Гончаров Николай Петрович, д-р биол. наук, академик РАН (Россия)
Дидерихсен Аксель, д-р (Канада)
Дука Мария Васильевна, д-р биол. наук, профессор, академик АН Молдовы (Молдова)
Еремин Геннадий Викторович, д-р с.-х. наук, академик РАН (Россия)
Кильчевский Александр Владимирович, д-р биол. наук, профессор, академик НАН Беларуси (Беларусь)
Левитин Марк Михайлович – д-р биол. наук, профессор, академик РАН (Россия)
Морзунов Алексей Иванович, д-р (Турция)
Муминджанов Хафиз Абдувахобович, д-р биол. наук, профессор (Турция, Таджикистан)
Тихонович Игорь Анатольевич, д-р биол. наук, академик РАН (Россия)
Фризен Николай Вальтерович, д-р биол. наук, профессор (Германия)
Хаммер Карл, д-р, профессор (Германия)

Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding

2022 Volume 183 issue 2

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2
<https://elpub.vir.nw.ru>

Scientific Peer-Reviewed Journal
Founded in 1908



Founder: Federal Research Center
the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources

Editor-in-chief

Elena K. Khlestkina, Dr. Sci. (Biology), Professor of the RAS, Russia

Deputy editor-in-chief

Margarita A. Vishnyakova, Dr. Sci. (Biology), Russia

Igor G. Loskutov, Dr. Sci. (Biology), Russia

Olga P. Mitrofanova, Dr. Sci. (Biology), Russia

Executive secretary

Lilia Yu. Shipilina, Cand. Sci. (Biology), Russia

Editorial board

Irina N. Anisimova, Dr. Sci. (Biology), Russia

Nina B. Brutch, Dr. Sci. (Biology), Russia

Irena G. Chukhina, Cand. Sci. (Biology), Russia

Oxana B. Dobrovolskaya, Dr. Sci. (Biology), Russia

Vladimir I. Dorofeev, Dr. Sci. (Biology), Russia

Galina I. Filipenko, Cand. Sci. (Agriculture), Russia

Tatjana A. Gavrilenko, Dr. Sci. (Biology), Russia

Kirill S. Golokhvast, Dr. Sci. (Biology), Professor of the RAS, Corr. Member of the RAE, Russia

Valentina M. Gorina, Dr. Sci. (Agriculture), Russia

Eduard B. Khatefov, Dr. Sci. (Biology), Russia

Viktor N. Korzun, Dr. Sci. (Biology), Germany

Igor G. Loskutov, Dr. Sci. (Biology), Russia

Tatyana V. Matveeva, Dr. Sci. (Biology), Russia

Sergey S. Medvedev, Dr. Sci. (Biology), Russia

Nina V. Mironenko, Dr. Sci. (Biology), Russia

Irina V. Mitrofanova, Dr. Sci. (Biology), Corr. Member of the RAS, Russia

Evgeny E. Radchenko, Dr. Sci. (Biology), Russia

Īzaks Rašals, Dr. Sci. (Biology), Professor, Latvia

Aleksandr V. Rodionov, Dr. Sci. (Biology), Russia

Marina M. Silantjeva, Dr. Sci. (Biology), Russia

Ol'ga V. Soloduhina, Dr. Sci. (Biology), Russia

Erlan K. Turuspekov, Cand. Sci. (Biology), Professor, Kazakhstan

Yulia V. Ukhatova, Cand. Sci. (Biology), Russia

Nadezhda M. Zoteeva, Cand. Sci. (Biology), Russia

Editorial council

Olga S. Afanasenko, Dr. Sci. (Biology), Full Member (Academician) of the RAS, Russia

Galina A. Batalova, Dr. Sci. (Agriculture), Full Member (Academician) of the RAS, Russia

Andre Jean Berville, Dr., France

Lyudmila A. Bespalova, Dr. Sci. (Agriculture), Full Member (Academician) of the RAS, Russia

Andreas Börner, Dr., Germany

Axel Diederichsen, Dr., Canada

Maria V. Duca, Dr. Sci. (Biology), Professor, Full Member (Academician) of the Academy of Sciences of Moldova, Republic of Moldova

Gennady V. Eremin, Dr. Sci. (Agriculture), Full Member (Academician) of the RAS, Russia

Nikolai Friesen, Dr. habil., Professor, Germany

Nikolay P. Goncharov, Dr. Sci. (Biology), Full Member (Academician) of the RAS, Russia

Karl Hammer, Dr., Professor, Germany

Vojtech Holubec (Vojtěch Holubec), Dr., Czech Republic

Alexander V. Kilchevsky, Dr. Sci. (Biology), Professor, Full Member (Academician) of the National Academy of Sciences of Belarus, Republic of Belarus

Mark M. Levitin, Dr. Sci. (Biology), Full Member (Academician) of the RAS, Russia

Alexey I. Morgounov, Dr., Turkey

Hafiz Muminjanov, Dr. Sci. (Biology), Professor, Turkey, Tajikistan

Igor A. Tikhonovich, Dr. Sci. (Biology), Full Member (Academician) of the RAS, Russia

Margarita A. Vishnyakova, Dr. Sci. (Biology), Russia

Ответственные редакторы выпуска

Хлесткина Елена Константиновна, д-р биол. наук, профессор РАН (Россия),
Соколова Елена Александровна, д-р биол. наук (Россия), Тихонова Надежда Геннадьевна, канд. биол. наук (Россия)
Редактор-переводчик
Крылов Антон Георгиевич (Россия)

Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции / Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2022. Т. 183, вып. 2. 208 с.

Предложено совершенствование способа хранения видо- и сортообразцов земляники в полевом генбанке Крымской ОСС ВИР. Проведено сравнение методик выделения перспективного генофонда ореха грецкого по качеству плодов. Подведены итоги селекции облепихи на Южном Урале. По компонентам антиоксидантного комплекса плодов охарактеризована генетическая коллекция сортов земляники (*Fragaria × ananassa* Duch.). Дана оценка сортов земляники садовой по зимостойкости и продуктивности в условиях Орловской области и комплексная оценка интродуцированных сортов смородины красной в Тамбовской области. Выявлены перспективные образцы облепихи для механизированной уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей. Исследованы: биологически активные вещества в плодах ежевики в условиях средней полосы России; фитохимические вещества и содержание сахара в генотипах шелковицы черной (*Morus nigra* L.) из района Симав (Турция); химический состав арганового масла в зависимости от формы плода *Argania spinosa*. Изучены: морфометрические параметры ягод и кистей черной смородины в условиях Северо-Запада России; видовой полиморфизм миндаля в генофонде Крымской опытно-селекционной станции ВИР на этапе предварительной селекции; сроки прохождения фенологических фаз в годичном цикле, продуктивность, качество плодов сортов сливы домашней селекции Майкопской опытной станции ВИР в условиях Адыгеи. Рассмотрено аллельное разнообразие гена *FaOMT* (биосинтез мезифурана) у перспективных сортов и отборных форм земляники селекции Федерального научного центра имени И.В. Мичурина. Представлены результаты селекции суперкомпактных колонновидных яблонь для интенсивных садов с высокой рентабельностью во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур. Обсуждается улучшение генофонда винограда на основе агробиологической и физиолого-биохимической оценки новых генотипов селекции С. Э. Гусева в нестабильных условиях умеренно континентального климата юга России. Идентифицирована симптоматика вируса псороза цитрусовых (CPSV) в цитрусовых садах Северного Кипра. Проработана эффективность послевсходовых гербицидов для борьбы с проблемными сорняками на газонах. Отслежено воздействие оливковой плодовой мухи на сорта оливы 'Сургус Local' и 'Gemlik'. Оценена устойчивость к коккомикозу селекционного материала черешни и вишни Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. Проанализированы взгляды студентов университетов Северного Кипра, Турции, Пакистана, Зимбабве на сельскохозяйственное производство. Публикуется выборочный список выпусков «Каталога мировой коллекции ВИР» по плодовым, ягодным, орехоплодным, субтропическим, декоративным культурам и винограду за 1961–2021 гг.

Для ресурсосведов, ботаников, генетиков, селекционеров, преподавателей вузов биологического и сельскохозяйственного профиля.

ISSN 2227-8834 (Print)
ISSN 2619-0982 (Online)

© Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 2022

Editor in charge of this issue

Elena K. Khlestkina, Dr. Sci. (Biology), Professor of the RAS, Russia
Elena A. Sokolova, Dr. Sci. (Biology), Russia, Nadezhda G. Tikhonova, Cand. Sci. (Biology), Russia
Editor&Translator
Anton G. Krylov, Russia

Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding / N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources. St. Petersburg : VIR, 2022. Vol. 183, iss. 2. 208 p.

An improved technique is suggested to preserve strawberry species and cultivars in the field genebank at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR. Methods for the selection of a promising walnut gene pool according to fruit quality are compared. The results of sea buckthorn breeding in the Southern Urals are discussed. The genetic collection of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) cultivars is described according to the components of their fruit antioxidant complex. Strawberry cultivars have been evaluated as sources of high winter hardiness and productivity in Orel Province, and introduced red currant cultivars have been comprehensively assessed under the conditions of Tambov Province. Promising sea buckthorn cultivars have been identified for mechanized harvesting by cutting fruit-bearing branches. Bioactive compounds have been studied in blackberry fruits under the conditions of Central Russia, some phytochemicals and sugar contents have been analyzed in black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes from Simav District, Turkey, and the chemical composition of argan oil according to the shape of the *Argania spinosa* fruit has been determined. Morphometric parameters of black currant berries and racemes have been measured under the conditions of Northwest Russia. The species polymorphism has been studied in the almond genetic diversity preserved at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR in the prebreeding stage. The data on phenological phases, productivity and fruit quality obtained while studying European plum (*Prunus domestica* L.) cultivars developed at Maikop Experiment Station of VIR, Adygea, are analyzed. An insight is made into the allelic diversity of the *FaOMT* (mesifurane biosynthesis) gene in promising strawberry cultivars and selected forms developed at the I.V. Michurin Federal Science Center. Columnar apple-tree cultivars with supercompact growth habit released by the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding for cost-effective intensive orchards are described. Improvement of the grapevine gene pool on the basis of agrobiological and physio-biochemical assessment of new genotypes under the unstable moderate continental climate conditions of Southern Russia is discussed. Symptomatic identification of Citrus Psorosis Virus (CPSV) has been made in citrus orchards of Northern Cyprus. The efficiency of some post-emergence herbicides for controlling problematic weeds of lawn areas is demonstrated. Impacts of the olive fruit fly on "Cyprus Local" and "Gemlik" olive varieties have been assessed. Leaf spot resistance in sweet and sour cherries has been tested at the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making. The views of university students from Northern Cyprus, Turkey, Pakistan and Zimbabwe on agricultural production are surveyed. A selective list of the issues of *Catalogue of the VIR Global Collection* on fruit, berry, nut, subtropical and ornamental crops, and grapes is presented for 1961–2021.

Addressed to genetic resources experts, geneticists, plant breeders and lecturers of biological and agricultural universities and colleges.

ISSN 2227-8834
ПИ № ФС77-57455

© Federal Research Center
the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Подорожный В.Н., Пиянина Н.А.

Совершенствование способа хранения видо- и сортообразцов рода *Fragaria* L. в полевом генбанке Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР..... 9

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Пчихачев Э.К.

Сравнение методик выделения перспективного генофонда ореха грецкого по качеству плодов..... 17

Васильев А.А., Гасымов Ф.М., Ильин В.С.

Результаты селекции облепихи на Южном Урале..... 24

Жбанова Е.В., Лукьянчук И.В.

Характеристика генетической коллекции сортов земляники (*Fragaria × ananassa* Duch.) по компонентам антиоксидантного комплекса плодов..... 32

Зубарев Ю.А., Гунин А.В., Пантелеева Е.И., Воробьева А.В.

Перспективные образцы облепихи для механизированной уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей..... 43

Зубкова М.И., Князев С.Д., Ожерельева З.Е.

Оценка сортов земляники садовой как источников высокой зимостойкости и продуктивности..... 51

Макаркина М.А., Ветрова О.А., Грюнер Л.А., Корнилов Б.Б.

Биологически активные вещества в плодах ежевики в условиях средней полосы России..... 58

Окатын В., Гюндешли М.А., Мельяновская А.Ю., Панфилова О.В., Красова Н.Г.

Некоторые фитохимические вещества и содержание сахара в генотипах шелковицы черной (*Morus nigra* L.) из района Симав провинции Кютахья (Турция)..... 67

Родюкова О.С.

Комплексная оценка интродуцированных сортов смородины красной в условиях Тамбовской области..... 74

Хилали М., Эль-Хаммари Л., Эль-Монфалути Х., Маата Н., Картах Б.Э.

Изучение химического состава арганового масла в зависимости от формы плода..... 82

КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

Тихонова О.А.

Морфометрические параметры ягод и кистей черной смородины в условиях Северо-Запада России..... 90

Чепинога И.С.

Интродукция и изучение видового полиморфизма миндаля в генофонде Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР на этапе предварительной селекции..... 103

Шерстобитов В.В., Бандурко И.А., Озерский П.В.

Анализ данных сортоизучения сливы домашней (*Prunus domestica* L.) селекции Майкопской опытной станции – филиала ВИР..... 113

ГЕНЕТИКА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Лыжин А.С., Лукьянчук И.В.

Аллельное разнообразие гена *FaOMT* (биосинтез мезифурана) у перспективных сортов и отборных форм земляники селекции Федерального научного центра имени И.В. Мичурина..... 122

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СЕЛЕКЦИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Корнеева С.А., Седов Е.Н., Янчук Т.В.
Селекция колонновидных сортов яблони на суперкомпактный габитус.....129

Петров В.С., Мишко А.Е., Цику Д.М., Мarmorштейн А.А.
Улучшение генофонда винограда на основе агробиологической и физиолого-биохимической оценки новых генотипов селекции С. Э. Гусева в нестабильных условиях умеренно континентального климата юга России137

ИММУНИТЕТ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Алас Т., Акын А., Кахраманоглу И.
Симптоматическая идентификация вируса псороза цитрусовых (CPsV) в цитрусовых садах Северного Кипра.....149

Гюрбюз Р., Алптекин Х.
Эффективность некоторых послевсходовых гербицидов для борьбы с проблемными сорняками на газонах159

Хелваджи М., Кахраманоглу И.
Воздействие оливковой плодовой мухи на сорта оливы 'Cyprus Local' и 'Gemlik'169

Ленинцева М.С., Кузнецова А.П., Радченко Е.Е.
Устойчивость черешни и вишни к коккомикозу.....177

ОБЗОРЫ

Хелваджи М., Джебеджи Э., Ашкин М.А.
Обзорные взгляды студентов университетов на сельскохозяйственное производство.....183

ИСТОРИЯ АГРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВИР. СЛАВНЫЕ ИМЕНА

Гаврилюк Инна Павловна (1939–2022): (памяти ученого)194

Царенко Вера Петровна (1940–2022): (памяти ученого).....195

Выборочный список выпусков «Каталога мировой коллекции ВИР» по плодовым, ягодным, орехоплодным, субтропическим, декоративным культурам и винограду за 1961–2021 гг.196

CONTENTS

MOBILIZATION AND CONSERVATION OF THE GENETIC DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Podorozhniy V.N., Piyanina N.A.

Improvement of the technique applied to preserve species and varieties of *Fragaria* L.
in the field genebank at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR..... 9

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Pchikhachev E.K.

Comparison of methods for selecting a promising walnut gene pool according to fruit quality 17

Vasiliev A.A., Gasimov F.M., Ilyin V.S.

Results of sea buckthorn breeding in the Southern Urals..... 24

Zhbanova E.V., Luk'yanchuk I.V.

Description of the genetic collection of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) cultivars
according to the components of their fruit antioxidant complex 32

Zubarev Y.A., Gunin A.V., Panteleeva E.I., Vorobyeva A.V.

Sea buckthorn cultivars promising for mechanized harvesting by cutting fruit-bearing branches 43

Zubkova M.I., Knyazev S.D., Ozherelieva Z.E.

Evaluation of strawberry cultivars as sources of high winter hardiness and productivity 51

Makarkina M.A., Vetrova O.A., Gruner L.A., Kornilov B.B.

Bioactive compounds in blackberry fruits under the conditions of Central Russia..... 58

Okatan V., Gündeşli M.A., Melyanovskaya AnnaYu., Panfilova O.V., Krasova N.G.

Some phytochemicals and sugar contents of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes
from Simav District, Kütahya Province, Turkey 67

Rodyukova O.S.

Integrated assessment of introduced red currant cultivars under the conditions of Tambov Province 74

Hilali M., El Hammari L., El Monfalouti H., Maata N., Kartah B.E.

Study of the chemical composition of argan oil according to the shape of the fruit..... 82

COLLECTIONS OF THE WORLD'S CROP GENETIC RESOURCES FOR THE DEVELOPMENT OF PRIORITY PLANT BREEDING TRENDS

Tikhonova O.A.

Morphometric parameters of black currant berries and racemes under the conditions of Northwest Russia..... 90

Chepinoga I.S.

Introduction and studying of the species polymorphism in the almond genetic diversity
preserved at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR in the prebreeding stage 103

Sherstobitov V.V., Bandurko I.A., Ozerski P.V.

Analysis of the data obtained while studying European plum (*Prunus domestica* L.) cultivars
developed at Maikop Experiment Station of VIR 113

GENETICS OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Lyzhin A.S., Luk'yanchuk I.V.

Allelic diversity of the *FaOMT* gene (mesifurane biosynthesis) in promising strawberry cultivars and selected forms
developed at the I.V. Michurin Federal Science Center 122

DOMESTIC PLANT BREEDING AT THE PRESENT STAGE

- Korneeva S.A., Sedov E.N., Yanchuk T.V.**
Breeding columnar apple-tree cultivars for a supercompact growth habit129
- Petrov V.S., Mishko A.E., Tsiku D.M., Marmorshtein A.A.**
Improvement of the grapevine gene pool on the basis of agrobiological and physio-biochemical assessment
of new genotypes under the unstable moderate continental climate conditions of Southern Russia.....137

IMMUNITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

- Alas T., Akın A., Kahramanoğlu İ.**
Symptomological identification of Citrus Psorosis Virus (CPsV) in citrus orchards of Northern Cyprus.....149
- Gürbüz R., Alptekin H.**
The efficiency of some post-emergence herbicides for controlling problematic weeds of lawn areas.....159
- Helvacı M., Kahramanoğlu İ.**
Impacts of the olive fruit fly on the 'Cyprus local' and 'Gemlik' olive cultivars.....169
- Lenivtseva M.S., Kuznetsova A.P., Radchenko E.E.**
Leaf spot resistance in sweet and sour cherries177

SURVEYS

- Helvacı M., Cebeci E., Aşkın M.A.**
Observations of the views of university students on agricultural production.....183

HISTORY OF AGROBIOLOGICAL RESEARCH AND VIR. NAMES OF RENOWN

- Inna Pavlovna Gavrilyuk (1939–2022):** (in memory of the scientist)194
- Vera Petrovna Tsarenko (1940–2022):** (in memory of the scientist)195
- Selective list of the issues of *Catalogue of the VIR Global Collection on fruit, berry, nut, subtropical and ornamental crops, and grapes for 1961–2021***196

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Научная статья

УДК624.75:631.526.1/4(089)

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-9-16



Совершенствование способа хранения видо- и сортообразцов рода *Fragaria* L. в полевом генбанке Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР

В. Н. Подорожный, Н. А. Пиянина

*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, Крымск, Россия***Автор, ответственный за переписку:** Владимир Николаевич Подорожный, kross67@mail.ru

На Крымской опытно-селекционной станции – филиале ВИР (КОСС ВИР) создана и на протяжении длительного времени сохраняется и регулярно пополняется коллекция видов и сортов рода *Fragaria* L.

Предложен и опробован практически в полевом генбанке станции алгоритм построения работы с коллекционными образцами изучаемой культуры, который отображен в качестве схемы, включающей следующие коллекции: карантинно-идентификационную, хранения *in vitro*, помолого-ботаническую, углубленного изучения и генетическую. Коллекционные образцы – источники и доноры селекционно значимых признаков – являются ценнейшим материалом для проведения целенаправленных скрещиваний в программах по получению сортов земляники, в первую очередь садовой. Об эффективности их использования можно судить на примере созданных на Крымской ОСС в последние годы высокоурожайных, адаптивных сортов, которые запатентованы – ‘Зенгора’ (Zenga-Zengana × Cardinal), и включенных в Государственный реестр РФ – ‘Пелагея’ [Елизавета II (клон Coroleva Elizaveta) × Irma]. Все родители, использованные для создания этих сортов, – источники хозяйственно ценных признаков, выделенные из генетической коллекции: ‘Зенга-Зенгана’ (продуктивности, адаптивности), ‘Кардинал’ (крупноплодности, плотности плодов), ‘Елизавета II’ (ремонтантности, засухоустойчивости) и ‘Ирма’ (продуктивности).

На всех этапах хранения коллекционных образцов земляники оптимизированы физические условия для культивирования растений, норма высадки на единицу площади, за счет чего достигается их продуктивный рост и хорошее развитие. Такой способ обеспечивает полную сохранность оздоровленных образцов чистосортных сортов и дикорастущих видов с возможностью использования хранящихся в генетической коллекции генотипов в практической селекции.

Ключевые слова: вид, сорт, образец, коллекция, земляника

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0481-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Подорожный В.Н., Пиянина Н.А. Совершенствование способа хранения видо- и сортообразцов рода *Fragaria* L. в полевом генбанке Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):9-16. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-9-16

MOBILIZATION AND CONSERVATION OF THE GENETIC DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-9-16

Improvement of the technique applied to preserve species and varieties of *Fragaria* L. in the field genebank at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR

Vladimir N. Podorozhniy, Natalia A. Piyanina

N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, Krymsk, Russia

Corresponding author: Vladimir N. Podorozhniy, kross67@mail.ru

A collection of *Fragaria* L. species and varieties established at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR has been preserved for a long time and regularly updated. An algorithm for the work with its accessions was proposed and tested in practice in the field genebank of the Station. It is presented as a scheme that includes the following collections: quarantine/identification, *in vitro*, pomological/botanical, in-depth research, and genetic. The accessions are sources and donors of traits important for breeding and represent the most valuable material for targeted crossings in programs developing and releasing strawberry cultivars, primarily garden ones.

The effectiveness of their utilization can be seen in the adaptable high-yielding cultivars developed at Krymsk Station in recent years: 'Zenkora' (Zenga-Zengana × Cardinal) was patented, and 'Pelageya' [Elizaveta II (clone Coroleva Elizaveta) × Irma] included in the State Register of the Russian Federation. All parents involved in the development of these cultivars were sources of useful agronomic traits identified in the genetic collection: 'Zenga-Zengana' (productivity and adaptability), 'Cardinal' (large fruit size and fruit density), 'Elizaveta II' (everbearing habit and drought resistance), and 'Irma' (productivity).

Physical conditions of plant cultivation and planting rates per area unit have been optimized at all stages of maintenance of strawberry accessions to support their good growth and development. Such technique ensures complete safety of healthy accessions representing pure cultivars and wild species with a possibility of using the genotypes preserved in the genetic collection in breeding practice.

Keywords: species, cultivar, accession, collection, strawberry

Acknowledgements: the research was performed within the framework of the State Task according to the theme plan of VIR, Project No. 0481-2022-0004 "Improving the approaches and methods for *ex situ* conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Podorozhniy V.N., Piyanina N.A. Improvement of the technique applied to preserve species and varieties of *Fragaria* L. in the field genebank at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):9-16. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-9-16

Введение

Сохранение растительного биоразнообразия на сегодняшний день является приоритетной задачей, стоящая перед биологической наукой. Его сохранение и изучение дает уникальную возможность использовать выделенные образцы в создании новых сельскохозяйственных растений.

Очень важным элементом питания человека являются товарные продукты отрасли садоводства. Однако в России обеспеченность плодовой и ягодной продукцией собственного производства на душу населения не покрывает и пятидесяти процентов.

Род *Fragaria* L., в который входит по разным данным от 11 до 100 видов (Govorova, Govorov, 2004; Zubov, 2004), с широким ареалом обитания представляет в этом отношении огромный интерес. В частности, культивируемая практически повсеместно земляника садовая *F. × ananassa* Duch. (syn. *F. × grandiflora* Erch., *F. magna* Thuill.) является сегодня источником ценного диетического питания. Ее плоды вкусны и ароматны. По данным лаборатории биохимии Крымской опытно-селекционной станции (КОСС ВИР) – филиала Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), в 100 г ягод этой культуры содержится от 60 до 95 мг витамина С, а также витамины А, В₁, В₂, сахара и кислоты, легко усвояемые человеческим организмом.

Материалы и методы

Исследования проводили в лаборатории биотехнологии и биохимии и коллекционных насаждениях Крымской ОСС с 1990 г. по 2020 г. Станция расположена в западной подзоне предгорной зоны Краснодарского края.

Объекты исследований – коллекционные образцы видов и сортов различного эколого-географического происхождения рода *Fragaria*.

Оздоровление и размножение коллекционных образцов земляники проводили с использованием биотехнологических методов по общепринятым методикам, (Vysotsky et al., 2010). При закладке опытов по хранению образцов за основу использовали методические указания, разработанные в ВИР (Mazhorov, 1989; Yusev et al., 2016). В опытах по изучению различных схем посадки агротехнические работы проводились в соответствии с методическими рекомендациями (Podorozhniy, 2016). Комплексная оценка образцов земляники проведена по общепринятым методикам (Sedov, Ogoltsova, 1999).

При статистической обработке результатов исследований использовали дисперсионный анализ (Lakin, 1990; Mandel, 1988) и методический подход, основанный на алгоритме многомерной математической статистики (Larshin et al., 2019).

Результаты

За основу в работе по совершенствованию способа хранения образцов земляники были приняты разработанные Е. В. Мажоровым методические указания по хранению, изучению и размножению растений рода *Fragaria* (Mazhorov, 1989), согласно которым предлагается делить коллекцию на четыре самостоятельные составные части: коллекцию хранения, коллекцию предварительного размножения, коллекцию изучения и коллекцию массового размножения.

На первом этапе исследований эта схема была использована на Крымской ОСС при хранении коллекционных образцов земляники. В последующем проведенная в этом направлении работа позволила усовершенствовать изначально принятую схему хранения коллекционных образцов, которая на сегодняшний день представлена на рисунке 1.

При вовлечении в коллекции Крымской ОСС новых образцов необходимым условием является привлечение не только культурного сортирента, осуществляющееся путем обмена или покупки в отечественных и зарубежных НИИ, у садоводов любителей и т. д., но и обязательно одичавших сортов, а также дикорастущих видов и форм.

На первом этапе работы по интродукции земляники растения, поступающие из научных учреждений стран ближнего, дальнего зарубежья или из экспедиционных сборов, для гарантии сохранности и их идентификации сначала высаживаются в карантинно-идентификационную посадку. Это соответствует началу формирования всех коллекций на Крымской ОСС по изучаемой культуре.

В этой коллекции обычно бывает от одного до десяти растений. Высаживаются они по схеме 40 × 40 см по два растения (в случае их наличия) в ряд, при количестве более трех растений – в шахматном порядке в изолированные железобетонные желоба шириной 1,3 м, которые заполнены субстратом, состоящим из смеси торфа, песка и верхнего плодородного слоя почвы в пропорции 1 : 1 : 1. Глубина заполнения желоба – не менее 35 см, что соответствует глубине залегания основной массы корневой системы земляники. Все образцы разделены между собой асбестоцементными перегородками.

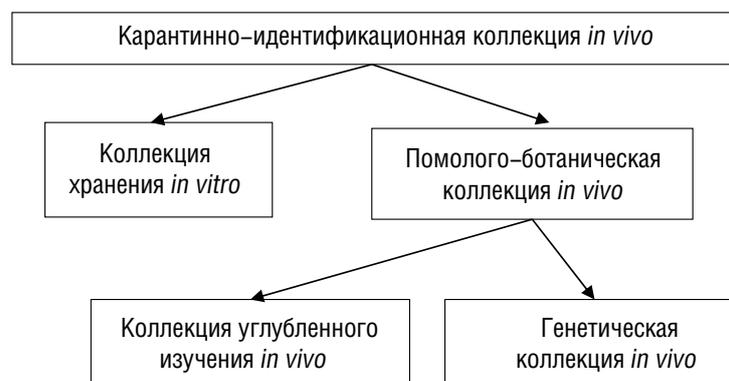


Рис. 1. Схема хранения коллекционных образцов земляники на Крымской ОСС – филиале ВИР
Fig. 1. Conservation scheme for strawberry accessions at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR

После проведения апробации растительного материала, оценки степени его зараженности болезнями и вредителями образец, прошедший идентификацию на соответствие сортовым (для культурных и одичавших образцов) или видовым (для дикорастущих) качествам, после присвоения ему временного каталожного номера станции направляется на оздоровление и размножение в лабораторию биотехнологии.

Оздоровление образца в лаборатории проводится с использованием суховоздушной термотерапии в разработанной на станции и запатентованной ВИР термокамере (Podorozhny et al., 2017) и культуры изолированных апексов с последующим ускоренным клональным микроразмножением *in vitro* на основе общепринятых методик (Vysotsky et al., 2010). После оздоровления и последующего клонального микроразмножения по пять растений остаются на хранении в лаборатории биотехнологии, что составляет коллекцию хранения *in vitro* (рис. 1, 2), где они содержатся до полного закрепления в помолого-ботанической коллекции. На этом же этапе, после укоренения микрорастений *in vivo*, получается не менее 50 особей каждого образца (рис. 3), которые передаются хранителю коллекции для последующего пер-

вичного морфобиологического изучения и длительного хранения (с пересадками образцов на новое место через 4-5 лет) в помолого-ботанической коллекции. В случае выявления у образца хозяйственно ценных признаков он изучается углубленно.

В последующем хранении образцов во всех коллекциях осуществляется в открытом грунте.

Одним из решающих факторов для сохранения генотипов земляники при культивировании в коллекционных насаждениях *in vivo* является создание благоприятных условий для роста и развития растений.

Для продуктивного роста и развития любого растения, в том числе и земляники, необходимы пять основных условий его физического культивирования: свет, положительные температуры, достаточная водо- и воздухообеспеченность, наличие питательных веществ в корнеобитаемом слое.

Под площадью питания в нашем случае мы понимаем часть земельного участка, включающего определенный объем почвы и воздуха, занимаемый одним растительным организмом. Она определяет густоту стояния растений на единицу площади (в нашем случае на один квадратный метр) коллекционного насаждения. От правиль-



Рис. 2. Микрорастения земляники садовой в коллекции хранения *in vitro* (Крымская ОСС – филиал ВИР)

Fig. 2. Microplants of garden strawberry preserved in the *in vitro* collection (Krymsk Experiment Breeding Station of VIR)



Рис. 3. Адаптированные *in vivo* растения земляники садовой (Крымская ОСС – филиал ВИР)

Fig. 3. Adapted *in vivo* plants of garden strawberry (Krymsk Experiment Breeding Station of VIR)

ного выбора площади питания зависит степень использования растением солнечной энергии, его водо- и воздухообеспеченность, оптимальное количество элементов минерального питания в почве, а следовательно в конечном итоге сохранность коллекционного образца.

В случае если растения редко расположены, значительная часть солнечной энергии, не используемая ими, идет на нагрев почвы, что в наших условиях при температуре воздуха +35...+40°C в период с июля по август приводило к температуре на поверхности земли до +60...+70°C. В таком случае отмечался перегрев почвы в прикорневой зоне, что влекло большое испарение почвенной влаги, которую необходимо было пополнять обильными поливами. Наблюдалось опадение цветков и завязи у нейтрально дневных и ремонтантных сортов земляники садовой. При избыточном загущении листья близко расположенных растений затеняли друг друга, что вело к снижению фотосинтеза, замедлению роста и развития растения. Таким образом, происходило их взаимоугнетение. Кроме этого, загущенная посадка приводила к интенсивному развитию болезней, в первую очередь грибных.

Норма высадки растений на соответствующий участок рассчитывалась нами с учетом габитуса куста каждого образца и мощности его корневой системы. Соответственно, эта величина была не постоянна и варьировала от 25 до 50 см на одно растение.

Для коллекции углубленного изучения мы считаем оптимальной высадку образцов в товарные насаждения согласно имеющейся на сегодняшний день в РФ технологии. В частности, в настоящее время хозяйствами Северо-Кавказского региона РФ для возделывания земляники используются разработанные нами методические рекомендации для интенсивного товарного производства с посадкой растений земляники на гряды, укрытые полимерной пленкой (Podorozhniy, 2013). Согласно им, почва на отведенном под посадку участке должна быть хорошо спланированной, рыхлой, достаточно увлажненной и заправленной органическими (перегной из расчета 40–50 т/га) и минеральными удобрениями $N_{30}P_{40}K_{30}$.

Проведенные исследования показали, что на песчаных почвах и почвах среднего состава целесообразно осуществлять вспашку на глубину 35–40 см. Для плотных почв предпочтительна вспашка на глубину 50–60 см и более. Такая вспашка обеспечивает дренаж и аэрацию

почвы, необходимые для роста растений. Далее проводится поверхностная обработка почвы (боронование, фрезерование, культивация) на глубину, примерно равную высоте формируемой гряды, и внесение на этом этапе органических и минеральных удобрений.

Формировка гряд осуществляется с помощью машин, формирующих гряды, укладываемых полимерную пленку для их укрытия и капельную трубку для орошения. Обычно для этого используем грядоделатель с укладчиком пленки и капельной трубки COSMECO B-10 итальянского производства. Гряда должна быть 25–30 см высотой для обеспечения оптимальных условий развития корневой системы земляники и облегчения сбора урожая. Наиболее оптимальной является гряда шириной примерно 60–80 см, что обеспечивает 2-строчную посадку рассады и одну линию капельного орошения. Ширина междурядья по осям при такой гряде – 140–160 см (рис. 4).

Перед мульчированием проводится монтаж стандартных капельных линий для орошения с фертигацией. Мульчирование осуществляется черной или белой полимерной пленкой, толщина которой – 50–70 мкр, с расчетом эксплуатации не менее пяти лет, ширина – 140 см. В мульчирующей пленке или уже проделаны (если пленка перфорированная) или проделываются отверстия. Расстояние между ними в ряду – 30–35 см и 25–35 см между строчками, в соответствии с силой роста конкретного образца и уровнем плодородия почв.

Сроки высадки растений в коллекцию углубленного изучения – весной, с марта по апрель, а осенью – с конца августа – начала сентября до октября. Образцы на участке высаживаются рандомизированно по 25 растений в делянке в четырех повторностях. Коллекция углубленного изучения произрастает на одном и том же месте до четырех лет, что дает нам возможность полностью изучить образец по признакам фенотипа.

Если изученный образец соответствует определенным критериям и параметрам выбора сортов земляники и для интенсивных технологий ее возделывания на юге России (Podorozhniy, Gorelikova, 2014), он передается для производственного испытания после ускоренного клонального микроразмножения (а в случае необходимости и оздоровления) нужного количества экземпляров в лаборатории биотехнологии.



Рис. 4. Коллекция углубленного изучения земляники садовой (Крымская ОСС – филиал ВИР)

Fig. 4. In-depth research collection of garden strawberry (Krymsk Experiment Breeding Station of VIR)

Все коллекционные образцы рода *Fragaria*, зарегистрированные в постоянном каталоге ВИР и временном каталоге Крымской ОСС, хранятся в помолого-ботанической коллекции в открытом грунте на грядках. В них сосредоточены как генотипы дикорастущих видов, доставляемые в основном из экспедиций и представляющие многообразие в пределах рода, так и культивируемые сорта в основном в пределах вида *F. × ananassa* отечественной, зарубежной селекции и одичавшие.

В генетическую коллекцию, согласно положению о генетических коллекциях и донорах (Regulations on genetic..., 1992), высаживаются выделенные источники и доноры селекционно значимых признаков.

Для более точной оценки изменчивости признаков продуктивности и качества ягод в генетических коллекциях земляники садовой (*F. × ananassa*) нами совместно с Северо-Кавказским федеральным научным центром садоводства, виноградарства, виноделия (СКФНЦСВВ) и Кубанским государственным университетом (КубГУ) разработан методический подход, основанный на алгоритме математической статистики (кластерный анализ по информативному комплексу признаков с вычислением евклидовых расстояний между сортами, выращиваемыми в разных условиях) (Lapshin et al., 2019). Он позволяет также повысить эффективность методов оценки адаптивного и продукционного потенциала сортов земляники и может быть использован для выявления генотипов

земляники с высокими биометрическими характеристиками хозяйственно ценных признаков для селекционно-генетических исследований.

Генетические коллекции на станции сохраняются особенно тщательно, в них не допустима гибель ни одного образца, а в случае возникновения такой угрозы они дублируются в коллекции *in vitro*.

Обсуждение результатов

Проведенная экспериментальная работа позволила на протяжении ряда лет успешно решать основную задачу по сохранению растительного биоразнообразия рода *Fragaria* на Крымской ОСС ВИР, что дает возможность рекомендовать ее для практического использования в профильных НИИ, занимающихся хранением генофонда изучаемой культуры.

Дальнейшие исследования в этом направлении позволили построить алгоритм работы с уже имеющимися и планируемыми к созданию коллекциями с включением в него, кроме практической и теоретической работы по сохранению генофонда земляники, селекционной работы, направленной на совершенствование сортимента садовой земляники (Podorozhniy, 2016). Это позволило решить и другую, не менее важную задачу, заложенную Н. И. Вавиловым, – выведение на основе изучения имеющегося генофонда новых сортов (рис. 5).

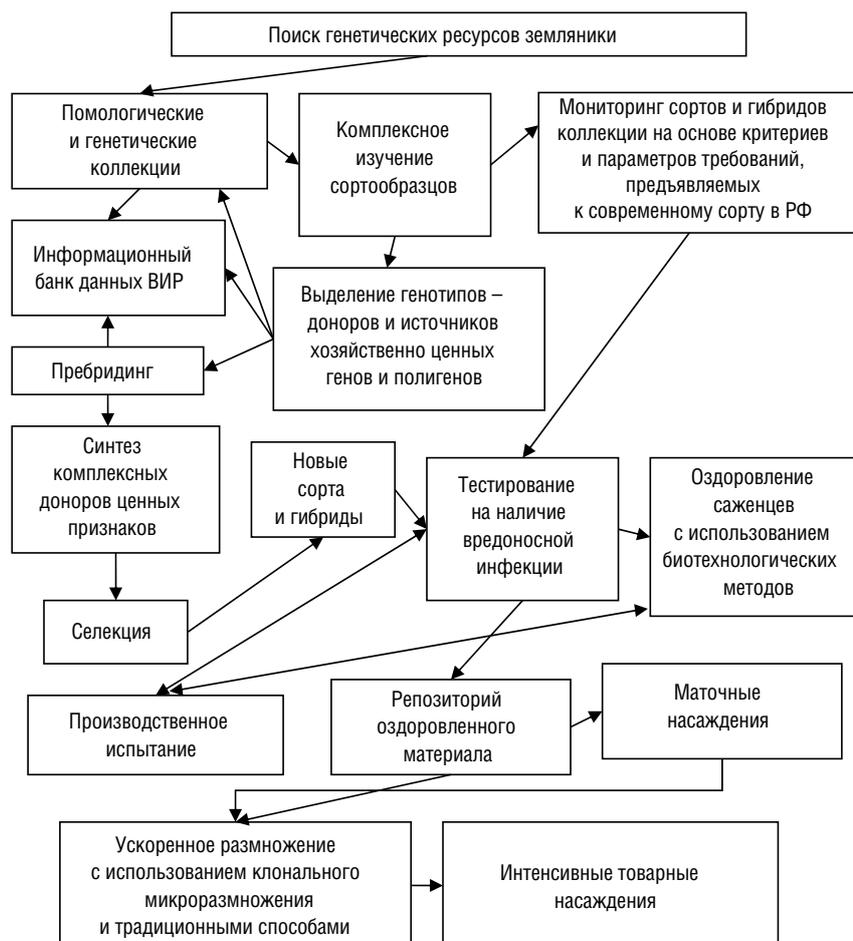


Рис. 5. Схема совершенствования сортимента земляники садовой в Северо-Кавказском регионе РФ на основе использования генетического потенциала коллекций ВИР

Fig. 5. Assortment improvement scheme for garden strawberry in the North Caucasus Region of the Russian Federation based on the use of the genetic potential in the VIR collections

Коллекционные образцы – источники и доноры селекционно значимых признаков – являются ценнейшим материалом для проведения целенаправленных скрещиваний в программах по получению сортов земляники, в первую очередь садовой. Об эффективности их использования можно судить на примере созданных на Крымской ОСС в последние годы высокоурожайных, адаптивных сортов, которые запатентованы – ‘Зенгора’ (Zenga-Zengana × Cardinal), и включенных в Государственный реестр РФ – ‘Пелагея’ [Елизавета II (клон Coroleva Elizaveta) × Irma]. Все родители, использованные для создания этих сортов, – источники хозяйственно ценных признаков – выделены из генетической коллекции: ‘Зенга-Зенгана’ (источник продуктивности, адаптивности), ‘Кардинал’ (крупноплодности, плотности плодов), ‘Елизавета II’ (ремонтантности, засухоустойчивости), ‘Ирма’ (продуктивности).

Выводы

В результате многолетней работы обоснован и проверен на практике в полевом генбанке Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР усовершенствованный способ хранения образцов рода *Fragaria*, который включает следующие коллекции: карантинно-идентификационную, хранения *in vitro*, помолого-ботаническую, углубленного изучения и генетическую.

Такой способ обеспечивает хорошую сохранность оздоровленных образцов чистосортных сортов и дикорастущих видов с возможностью использования хранящихся в генетической коллекции генотипов в практической селекции.

References / Литература

- Govorova G.F. Govorov D.N. Strawberry: past, present, future (Zemlyanika: proshloye, nastoyashcheye, budushcheye). Moscow; 2004. [in Russian] (Говорова Г.Ф. Говоров Д.Н. Земляника: прошлое, настоящее, будущее. Москва; 2004).
- Lakin G.F. Biometrics (Biometriya). Moscow; 1990. [in Russian] (Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва; 1990).
- Lapshin V.I., Yakovenko V.V., Shcheglov S.N., Podorozhny V.N. A methodical approach for evaluating the variability of productivity and fruit quality in the genetic collections of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(6):675-682. [in Russian] (Лапшин В.И., Яковенко В.В., Щеглов С.Н., Подорожный В.Н. Методический подход к оценке изменчивости признаков продуктивности и качества ягод в генетических коллекциях земляники садовой (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019;23(6):675-682. DOI: 10.18699/VJ19.540
- Mandel I.D. Cluster analysis (Klasterny analiz). Moscow; 1988. [in Russian] (Мандель И.Д. Кластерный анализ. Москва; 1988).
- Mazhorov E.V. Collections for conservation, study and propagation of plants from the genus *Fragaria* L.: guidelines (Kollektzii khraneniya, izucheniya i razmnozheniya rasteniy roda *Fragaria* L.: metodicheskiye ukazaniya). Leningrad: VIR; 1989. [in Russian] (Мажоров Е.В. Коллекции хранения, изучения и размножения растений рода *Fragaria* L.: методические указания. Ленинград: ВИР; 1989).
- Podorozhniy V. N. Improving the assortment of small fruits crops for North Caucasus Region of Russia through the use of the genetic potential of collections. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2016;45:124-127. [in Russian] (Подорожный В. Н. Совершенствование сортимента ягодных культур для Северо-Кавказского региона РФ на основе использования генетического потенциала коллекций. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2016;45:124-127).
- Podorozhniy V.N. Modern organization of commercial strawberry cultivation in Krasnodar Territory: guidelines (Sovremennaya organizatsiya vyeashchivaniya tovarnoy zemlyaniki v Krasnodarskom krae: metodicheskiye rekomandatsii). Krymsk; 2013. [in Russian] (Подорожный В.Н. Современная организация выращивания товарной земляники в Краснодарском крае: методические рекомендации. Крымск; 2013).
- Podorozhniy V.N., Kovalenko N.N., Sibiryatkin S.V. Dry-air device for thermotherapy garden plants and cuttings. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2017;48(2):227-232. [in Russian] (Подорожный В.Н., Коваленко Н.Н., Сибирияткин С.В. Устройство для суховоздушной термотерапии садовых растений и их черенков. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2017;48(2):227-232).
- Podorozhniy V.N., Gorelikova O.A. Criteria and parameters of the choice of varieties of strawberry for intensive technologies of its cultivation in Krasnodar Region. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2014;40(2):176-183. [in Russian] (Подорожный В.Н., Гореликова О.А. Критерии и параметры выбора сортов земляники для интенсивных технологий ее возделывания в Краснодарском крае. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2014;40(2):176-183).
- Regulations on genetic collections and donors developed at the N.I. Vavilov Institute of Plant Industry (Polozheniye o geneticheskikh kollektsiyakh i donorakh, sozdavayemykh v institute rasteniyevodstva imeni N.I. Vavilova). St. Petersburg: VIR; 1992. [in Russian] (Положение о генетических коллекциях и донорах, создаваемых в институте растениеводства имени Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР; 1992).
- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISP, 1999. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК; 1999).
- Vysotsky V.A., Alekseenko L.V., Marchenko L.A., Donetskiy V.I., Belyakova L.V., Skachkov M.V., Revyakin E.L., Selivanov V.G. Innovative technologies for cultivation of strawberries: scientific and practical edition (Innovatsionnye tekhnologii vozdelvaniya zemlyaniki sadovoy: nauchno-prakticheskoye izdaniye). V.I. Kulikov (ed.). Moscow: Rosinformagrotekh; 2010. [in Russian] (Высоцкий В.А., Алексеенко Л.В., Марченко Л.А., Донецкий В.И., Белякова Л.В., Скачков М.В., Ревякин Е.Л., Селиванов В.Г. Инновационные технологии возделывания земляники садовой: научно-практическое издание / под ред. В.И. Куликова. Москва: Росинформагротех; 2010).
- Yushev A.A., Sorokin N.A., Tikhonova O.A., Orlova S.Yu., Kislin E.N., Radchenko O.E., Pupkova N.A., Shlyavas A.V. The collection of fruit and berry plant genetic resources: preservation, replenishment, and study. Guidelines (Kollektziya geneticheskikh resursov plodovykh i yagodnykh rasteniy: sokhraneniye, popolneniye, izucheniye. Meto-

dicheskiye ukazaniya). A.A. Yushev, I.G. Chukhina (eds). St. Petersburg: VIR; 2016. [in Russian] (Юшев А. А., Сорокин Н. А., Тихонова О. А., Орлова С. Ю., Кислин Е. Н., Радченко О. Е., Пупкова Н. А., Шлявас А. В. Коллекция генетических ресурсов плодовых и ягодных растений: сохранение, пополнение, изучение. Методические

указания / под ред. А.А. Юшева, И.Г. Чухиной. Санкт-Петербург: ВИР; 2016).

Zubov A.A. Theoretical foundations of strawberry breeding (Teoreticheskiye osnovy seleksii zemlyaniki). Michurinsk; 2004. [in Russian] (Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск; 2004).

Информация об авторах

Владимир Николаевич Подорожный, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, 353384 Россия, Краснодарский край, Крымск, ул. Вавилова, 12, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3654-116x>

Наталья Анатольевна Пианина, младший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, 353384 Россия, Краснодарский край, Крымск, ул. Вавилова, 12, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3632-2207>

Information about the authors

Vladimir N. Podorozhniy, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, 12 Vavilova St., Krymsk, Krasnodar Territory 353384, Russia, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3654-116x>

Natalia A. Piyaniina, Associate Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, 12 Vavilova St., Krymsk, Krasnodar Territory 353384, Russia, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3632-2207>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 19.11.2021; одобрена после рецензирования 12.05.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 19.11.2021; approved after reviewing on 12.05.2022; accepted for publication on 03.06.2022.

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Научная статья

УДК: 634.511:631.52

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-17-23



Сравнение методик выделения перспективного генофонда ореха грецкого по качеству плодов

С. Г. Биганова¹, Ю. И. Сухоруких¹, Э. К. Пчихачев²¹ Майкопский государственный технологический университет, Майкоп, Россия² Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр РАН», Сочи, Россия

Автор, ответственный за переписку: Светлана Герсановна Биганова, svetlanabiganowa@yandex.ru

Актуальность. Орех грецкий (*Juglans regia* L.) считается особо ценным растением для человека, и в мире растет его производство. Для выделения генофонда вида, дающего высококачественные плоды, создан ряд методик. В селекционной работе важно знать, какая из них обеспечивает выделение лучших родоначальников. Цель работы – сравнение эффективности наиболее часто применяемых методик, изложенных в «Программе и методике селекции ореха грецкого» за 2007 г. (методика 1) и «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» за 1999 г. (методика 2), при выделении ценного генофонда по вкусу, характеру извлекаемости, массе, выходу ядра и общему оценочному баллу орехов.

Материал и методы. По вышеотмеченным методикам оценивались 112 форм ореха. Статистическая обработка данных проведена с применением лицензионной программы Stadia-8.

Результаты. В сопоставлении с программными требованиями к новым сортам у всех родоначальников, выделенных по методике 1, вкус и масса ядра превышали их, а по методике 2 у 12,5% форм были ниже. Целевой выход ядра в 50% и более оказался ниже порогового значения у 14,29%, отобранных по методике 1, и у 62,5% рамет, выделенных по методике 2. При оценке по методике 1 у группы селекционной категории «высшего качества» наблюдались более высокие средние показатели по вкусу на 3,63%, массе – 7,86%, извлекаемости – 4,25%, выходу ядра – 9,9%. При выделении формы, относимой к первому рангу по методике 1, превышение показателей составило: по извлекаемости – 0,25%, массе – 5,26%, вкусу – 3,09%, выходу ядра – 7,55%, общей балльной оценке – 7,61%; по среднему значению для особей первого/второго ранга – 4,44; 21,91; 4,75; 9,67; 9,86% соответственно.

Заключение. При отборе перспективного генофонда ореха грецкого использование методики 1 по сравнению с методикой 2 обеспечивает более строгий отбор и более высокие показатели качества пищевой части (вкус, извлекаемость, масса, выход ядра и общая балльная оценка плодов).

Ключевые слова: *Juglans regia* L., отбор, перспективный генофонд, методики, извлекаемость, масса, вкус, выход ядра, общая балльная оценка орехов

Благодарности: авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И., Пчихачев Э.К. Сравнение методик выделения перспективного генофонда ореха грецкого по качеству плодов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):17-23. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-17-23

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-17-23

Comparison of methods for selecting a promising walnut gene pool according to fruit qualitySvetlana G. Biganova¹, Yuri I. Sukhorukikh¹, Eduard K. Pchikhachev²¹ Maikop State Technological University, Maikop, Russia² Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Sochi, Russia**Corresponding author:** Svetlana G. Biganova, svetlanabiganowa@yandex.ru

Background. Walnut (*Juglans regia* L.) is considered a particularly valuable plant for humans. A number of methods have been developed to select the species' gene pool that produces high-quality fruits. Breeders need to know which of them ensures identification of the best ancestors. The objective of this work was to compare the effectiveness of the most frequently used techniques for selecting a valuable gene pool according to taste, extractability, weight, kernel yield, and overall fruit score. They were presented in the Program and Methods for Walnut Breeding (*method 1*) and the Program and Methodology of Variety Studies for Fruit, Berry and Nut Crops (*method 2*).

Materials and methods. Statistical data processing was performed using the licensed Stadia-8 software.

Results. Comparing the results with the program requirements for new cultivars, all the ancestors selected according to *method 1* had better taste and higher kernel weight, while according to *method 2* 12.5% of the forms showed lower values. The recommended kernel yield of 50% or more turned out to be lower than the threshold value in 14.29% (*method 1*) and 62.5% (*method 2*) of the selected ramets. Evaluation by *method 1* showed that the group of the "superior quality" breeding category had higher average values in taste (by 3.63%), weight (7.86%), extractability (4.25%), and kernel yield (9.9%). When selecting the first-rank forms by *method 1*, the values were higher in extractability (by 0.25%), weight (5.26%), taste (3.09%), kernel yield (7.55%), and overall score (7.61%). In the average values for the first-rank and second-rank forms, the excess was by 4.44, 21.91, 4.75, 9.67, and 9.86%, respectively.

Conclusions. When selecting a promising walnut gene pool, *method 1* provides for stricter selection and higher food quality indicators (taste, extractability, weight, kernel yield, and overall fruit score) compared to *method 2*.

Keywords: *Juglans regia* L., selection, promising gene pool, methods, extractability, weight, taste, kernel yield, overall score of nuts

Acknowledgements: the authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I., Pchikhachev E.K. Comparison of methods for selecting a promising walnut gene pool according to fruit quality. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):17-23. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-17-23

Введение

Грецкий орех (*Juglans regia* L.) по совокупности полезных свойств является особо ценным растением для человека (Shchepotev et al., 1978; Richter, Yadrov, 1985; Lugovskoy et al., 2018). Наибольшей значимостью обладает его пищевая часть, которая имеет высокую калорийность, содержит большое количество важных биологически активных веществ, благотворно влияющих на живые организмы (Shchepotev et al., 1978; Sukhorukikh, 2008; Ghari-bzahedi et al., 2014; Ebrahimi et al., 2017; Ozyigit et al., 2019; Sun et al., 2019). Потребность в его плодах постоянно растет, и одновременно расширяются занятые под ним площади. Для рентабельного производства требуются сорта, созданные на основе исходного генофонда, дающего высококачественные плоды (Sedov, Ogoltsova, 1999; Sukhorukikh, 2008; Biganova, Sukhorukikh, 2014).

Для выделения требуемого генофонда вида в разные годы были созданы разнообразные методики (Shchepotev et al., 1976; Sukhorukikh et al., 1997; Sedov, Ogoltsova, 1999; Sukhorukikh et al., 2007; Eremin et al., 2012). Их выбор для отбора исходных родоначальников сортов является одним из основополагающих, и от этого зависит успех всей селекционной работы (Sedov, Ogoltsova, 1999; Eremin et al., 2012).

К настоящему времени наибольшее распространение среди исследователей ореха грецкого получили методики, изложенные в «Программе и методике селекции ореха грецкого» (Sukhorukikh et al., 2007) – *методика 1* и «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Sedov, Ogoltsova, 1999) – *методика 2*. Окончательный выбор остается за исследователем. В то же время весьма важно знать, какая из методик обеспечивает выделение более качественного генофонда по основным признакам пищевой ча-

Цель работы – сравнение эффективности наиболее часто применяемых методик (Sedov, Ogoltsova, 1999; Sukhorukikh et al., 2007) при выделении ценного генофонда по вкусу, характеру извлекаемости, массе, выходу ядра и общему оценочному баллу орехов.

Материал и методы

В работе использовали данные оценки качества плодов 112 форм ореха грецкого, произрастающих на территории Северо-Западного Кавказа. Одни и те же ремы оценивали по *методике 1* – «Программа и методика селекции ореха грецкого» (Sukhorukikh et al., 2007) и *методике 2* – «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Sedov, Ogoltsova, 1999). Поскольку для последней отсутствует распределение сортофонда по селекционным категориям качества, то для нее, по аналогии с первой, выделено пять категорий, равномерно распределенных по балльной оценке. При использовании общепринятых в ореховодстве пяти селекционных категорий (Sukhorukikh et al., 2007) средняя балльная оценка по всем показателям распределится следующим образом: 5,0–4,3 балла – высшего качества, 4,29–3,5 – качественные, 3,49–2,8 – рядовые, 2,79–2,0 – низкокачественные, 1,99–1,0 – некачественные. Статистическая обработка данных проведена общепринятыми методами (Shmoilova et al., 2004) с применением лицензионной программы Stadia-8.

Результаты и обсуждение

При оценке сортофонда по различным методикам распределение генотипов по категориям качества плодов имело некоторые различия (табл. 1).

Таблица 1. Распределение форм ореха грецкого по селекционным категориям при оценке по различным методикам

Table 1. Distribution of walnut forms according to breeding categories when assessed by different methods

Категории качества	Методика 1		Методика 2	
	шт.	%	шт.	%
Высшего качества	7	6,25	16	14,29
Качественные	83	74,11	84	75,00
Рядовые	19	16,96	11	9,82
Низкокачественные	3	2,68	1	0,89
Итого	112	100	112	100

Примечание: некачественные формы отсутствуют

Note: low-quality forms are absent

сти, к которым относятся вкус, характер извлекаемости, масса, выход ядра и общая селекционная ценность орехов. Эти показатели являются основными при селекции ореха грецкого и учитываются практически всеми исследователями вида (Shchepotev et al., 1976; Shchepotev et al., 1978; Richter, Yadrov, 1985; Sukhorukikh et al., 1997; Sedov, Ogoltsova, 1999; Sukhorukikh, 2008; Eremin et al., 2012; Bernard et al., 2018).

Как следует из данных таблицы 1, наибольшие отличия наблюдаются в селекционной категории «высшего качества» – на 9 (8,04%) и рядовых – на 8 (7,14%) форм. В категориях «качественные» и «низкокачественные» отличия менее значимы – 1 (0,89%) и 2 (1,79%). Несколько неравнозначно распределились ранги особей при оценке по различным методикам. Оценка с использованием коэффициента конкордации выявила их достаточ-

но высокую согласованность ($W = 0,81$, $\chi^2_{\text{факт.}} = 182,29$, $\chi^2_{\text{ст}} = 135,81$, $\alpha = 0,01$).

В селекционной работе в зависимости от целей и возможностей, основываясь на принципах адаптивной селекции с учетом феномена взаимодействия генотипа и среды, используют всю выделенную группу наилучших родоначальников или только несколько из них (Eremin et al., 2004; Pryanishnikov et al., 2018; Dragavtsev et al., 2018; Savchenko, 2019). Проведено сравнение изучаемых показателей у генофонда селекционной категории «высшего качества», а также одного и среднего для двух родоначальников, имеющих наивысший ранг селекционной ценности. Результаты представлены в таблицах 2 и 3.

Полученные групповые средние сравнили с программными требованиями к новым сортам ореха (Sukhorukikh et al., 2007; Egofov, 2013). Согласно им, лучшие представители должны иметь вкус не менее 13,5 / 4,5 балла. Как следует из таблицы 2, у всех родоначальников, выделен-

ных по *методике 1* этот показатель выше и составляет 4,7–5,0 баллов. При использовании *методики 2* у двух форм он ниже (3,7–4,0 балла). При рекомендуемых минимальных значениях массы ореха в 12 г и выходе 50% ядро должно иметь массу не менее 6 г. Значение выше этого (6,15–8,75 г) имеют все формы, выделенные по *методике 1*. При использовании *методики 2* 12,5% образцов имеют массу 5,01 и 5,56 г, что ниже требуемой. По извлекаемости ядра минимальному значению в 9 / 4 баллов (*методика 1* / *методика 2*) в обоих случаях все особи соответствуют предъявляемым требованиям. Рекомендуемый выход ядра в 50% и более оказался ниже порогового значения у 14,29% рамет, отобранных по *методике 1* и у 62,50% рамет, отобранных по *методике 2*.

По средним значениям для данной селекционной категории у растений, выделенных по *методике 1*, наблюдаются более высокие показатели по вкусу – на 3,63%, массе – 7,86%, извлекаемости – 4,25%, выходу ядра –

Таблица 2. Показатели качества ядра и общего оценочного балла у форм ореха грецкого селекционной категории «высшего качества», выделенных по различным методикам (*методика 1* / *методика 2*)

Table 2. Indicators of kernel quality and total assessment score for walnut forms of the “superior quality” breeding category selected by different methods (*method 1* / *method 2*)

№	Вкус, балл	Масса ядра, г	Извлекаемость, балл	Выход ядра, %	Общий балл	Ранг
27	15,00 / 5,00	8,01	12,00 / 5,00	55,60	56,71 / 4,38	1 / 2
99	15,00 / 5,00	8,56	12,00 / 5,00	51,48	56,25 / 4,50	2 / 1
24	15,00 / 5,00	8,75	12,00 / 5,00	56,80	54,66 / 3,75	3 / 7
114	15,00 / 5,00	6,15	12,00 / 5,00	56,31	54,38 / 4,25	4 / 3
76	14,00 / 4,70	7,42	12,00 / 5,00	48,44	54,23 / 4,50	5 / 1
73	15,00 / 5,00	6,33	12,00 / 5,00	53,63	53,45 / 4,38	6 / 2
6	15,00 / 5,00	6,42	12,00 / 5,00	51,69	53,17 / 4,38	7 / 2
108	15,00 / 5,00	6,75	12,00 / 5,00	44,51	52,05 / 4,50	8 / 1
57	14,74 / 4,90	7,27	11,83 / 4,69	40,93	52,02 / 4,50	9 / 1
44	15,00 / 5,00	7,80	9,00 / 4,00	49,40	51,90 / 4,38	11 / 2
101	14,00 / 4,70	6,06	10,00 / 4,33	52,62	50,70 / 4,38	12 / 2
65	15,00 / 5,00	6,65	10,00 / 4,33	47,15	50,46 / 4,38	13 / 2
109	12,00 / 4,00	6,43	12,00 / 5,00	51,07	50,26 / 4,38	14 / 2
50	15,00 / 5,00	5,56	12,00 / 5,00	49,20	50,14 / 4,38	15 / 2
102	14,00 / 4,70	6,03	11,00 / 4,67	48,75	49,09 / 4,38	16 / 2
66	14,00 / 4,70	8,05	12,00 / 5,00	43,78	48,96 / 4,38	10 / 1
77	11,33 / 3,70	6,44	12,00 / 5,00	45,23	47,45 / 4,38	17 / 2
40	15,00 / 5,00	5,01	12,00 / 5,00	36,60	45,79 / 4,38	18 / 2
Среднее для форм, выделенных по <i>методике 1</i>						
27, 99, 24, 114, 76, 73, 6	14,86 / 4,96	7,38	12,00 / 5,00	53,42	54,69 / 4,31	
Среднее для форм, выделенных по <i>методике 2</i>						
27, 99, 76, 73, 6, 108, 57, 44, 102, 65, 109, 50, 102, 66, 77, 40	14,32 / 4,78	6,80	11,49 / 4,56	48,13	51,41 / 4,42	

Таблица 3. Средние значения основных показателей качества пищевой части плодов у особей ореха грецкого для 1–2 (среднее) рангов, выделенных по разным методикам (методика 1 / методика 2)**Table 3. Average values of the main quality indicators in the edible part of walnut fruits selected for 1–2 (mean) ranks by different methods (method 1 / method 2)**

Количество форм	Вкус ядра, балл	Масса ядра, г	Извлекаемость ядра, балл	Выход ядра, %	Общий балл
Формы, выделенные по методике 1					
1	15,00 / 5,00	8,01	12,00 / 5,00	55,60	56,71 / 4,38
1–2 (среднее)	15,00 / 5,00	8,29	12,00 / 5,00	53,54	56,48 / 4,41
Формы, выделенные по методике 2					
1	4,55 / 4,85	7,61	11,97 / 4,99	48,05	52,70 / 4,50
1–2 (среднее)	14,32 / 4,34	6,80	11,49 / 4,78	48,82	51,41 / 4,02

9,99%. Результаты общей селекционной ценности противоречивы. Методика 1 указывает на 6-процентное превышение, а методика 2 – на 2,5-процентное снижение общей ценности орехов.

Это связано с тем, что методика 2 не учитывает значимость исследуемых показателей и оценивает их равнозначно по 5-балльным шкалам, что выявлено и при сравнении других методик (Sukhorukikh, 2008).

Учитывая, что по методике 1 у выделенных родоначальников значения показателей пищевой части орехов, на которую и ориентирована селекция, выше и они в большей степени соответствуют программным требованиям для новых сортов, логично предположить ее большую объективность по сравнению с методикой 2.

Сравнение изучаемых показателей у форм, имеющих первый и 1–2 (среднее) ранги, выделяемых по разным методикам, представлено в таблице 3. Поскольку по методике 2 выделены две группы растений с одинаковыми рангами, то для сравнения использованы средние значения для группы этих особей.

Как следует из данных таблицы 3, при выделении родоначальников первого ранга по методике 1, по сравнению с методикой 2, улучшение составило: по извлекаемости – 0,25%, массе – 5,26%, вкусу – 3,09%, выходу ядра – 7,55%. У объединенного генофонда 1–2 (среднее) рангов превышение средних показателей составило 4,44%; 21,91%; 4,75%; 9,67% соответственно. По общей балльной оценке орехов повышение селекционной ценности при отборе по методике 1 для особей первого ранга составило 7,61%, среднего 1–2 (среднее) рангов – 9,86%. При оценке этих же форм с использованием методики 2 результат неоднозначен. В первом случае отмечается снижение на 2,67%, во втором – повышение на 9,43%. Учитывая, что родоначальники, выделенные по методике 1, имеют более высокие показатели качества ядра, логично считать ее более эффективной.

Заключение

Выделение перспективного генофонда ореха грецкого по методике 1 (Sukhorukikh et al., 2007) в сравнении с методикой 2 (Sedov, Ogoltsova, 1999) обеспечивает более строгий отбор и более высокие показатели качества пищевой ценности – вкус, извлекаемость, масса, выход ядра и общая селекционная ценность плодов.

References / Литература

- Bernard A., Lheureux F., Dirlewanger E. Walnut: past and future of genetic improvement. *Tree Genetics and Genomes*. 2018;14(1):1-28. DOI: 10.1007/s11295-017-1214-0
- Biganova S.G., Sukhorukikh Yu.I. Comparison of quality evaluation methods of hazel fruit (hazelnut). *Modern Problems of Science and Education*. 2014;(1):389. [in Russian] (Биганова С.Г., Сухоруких Ю.И. Сравнение методик оценки качества плодов лещины (фундука). *Современные проблемы науки и образования*. 2014;(1):389).
- Dragavtsev V.A., Dragavtseva I.A., Efimova I.L., Kuznetsova A.P., Morenets A.S. To the experimental confirmation of the hypothesis about an eco-genetic nature of the phenomenon genotype × environment interaction for woody plants. *Agricultural Biology*. 2018;53(1):151-156. [in Russian] (Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Кузнецова А.П., Моренец А.С. К экспериментальному подтверждению гипотезы об эколого-генетической природе феномена «взаимодействие генотип–среда» у древесных растений. *Сельскохозяйственная биология*. 2018;53(1):151-156). DOI: 10.15389/agrobology.2018.1.151rus
- Ebrahimi S., Jamei R., Nojoomi F., Zamanian Z. Persian walnut composition and its importance in human health. *International Journal of Enteric Pathogens*. 2017;6(1):3-9. DOI: 10.15171/ijep.2018.02
- Egorov E.A. (ed.). The program of the North Caucasus Center for Breeding Fruit, Berry, Flower and Ornamental Plants, and Grapes for the period until 2030 (Programma Severo-Kavkazskogo tsentra po selektsii plodovykh, yagodnykh, tsvetochno-dekorativnykh kultur i vinograda na period do 2030 goda). Krasnodar; 2013. [in Russian] (Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / под ред. Е.А. Егорова). Краснодар; 2013).
- Eremin G.V. (ed.). Modern methodological aspects of the breeding process in horticulture and viticulture (Sovremennye metodologicheskiye aspekty organizatsii selektsionnogo protsessa v sadovodstve i vinogradarstve). Krasnodar; 2012. [in Russian] (Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве / под ред. Г.В. Еремина). Краснодар; 2012).

- Eremin G.V., Isachkin A.V., Kazakov I.V., Kuminov E.P., Plekhanova M.N. General and specialized breeding and fruit and berry cultivar research (Obshchaya i chastnaya selektsiya i sortovedeniye plodovykh i yagodnykh kultur). Moscow; 2004. [in Russian] (Еремин Г.В., Исачкин А.В., Казаков И.В., Куминов Е.П., Плеханова М.Н. Общая и частная селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур. Москва; 2004).
- Gharibzahedi S.M.T., Mousavi S.M., Hamed M., Khodaiyan F. Determination and characterization of kernel biochemical composition and functional compounds of Persian walnut oil. *Journal of Food Science and Technology*. 2014;51(1):34-42. DOI: 10.1007/s13197-011-0481-2
- Lugovskoy A.P., Suprun I.I., Balapanov I.M., Podgornaya M.E. Modern cultivars and technologies of walnut cultivation in the south of Russia: Guidelines (Sovremennyye sorta i tekhnologii vozdeluyvaniya gretskogo orekha v usloviyakh yuga Rossii: Metodicheskiye rekomendatsii). Krasnodar; 2018. [in Russian] (Луговской А.П., Супрун И.И., Балапанов И.М., Подгорная М.Е. Современные сорта и технологии возделывания грецкого ореха в условиях юга России: Методические рекомендации. Краснодар; 2018).
- Ozyigit I.I., Uras M.E., Severoglu Z., Yalcin I.E., Demir G., Borkoev B. et al. Heavy metal levels and mineral nutrient status of natural walnut (*Juglans regia* L.) populations in Kyrgyzstan: Nutritional values of kernels. *Biological Trace Element Research*. 2019;189(1):277-290. DOI: 10.1007/s12011-018-1461-4
- Pryanishnikov A.I., Savchenko I.V., Mazurov V.N. Adaptive selection: theory and practice of selection for productivity. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2018;(3):29-32. [in Russian] (Прянишников А.И., Савченко И.В., Мазуров В.Н. Адаптивная селекция: теория и практика отбора на продуктивность. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2018;(3):29-32). DOI: 10.30850/vrsn/2018/3/29-32
- Richter A.A., Yadrov A.A. Walnut (Gretskiy orekh). Moscow; 1985. [in Russian] (Рихтер А.А., Ядров А.А. Грецкий орех. Москва; 1985).
- Savchenko I.V. Ecology safety crop production for obtaining high-quality products. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2019;89(5):527-531. [in Russian] (Савченко И.В. Ресурсосберегающее экологически чистое растениеводство для получения продукции высокого качества. *Вестник Российской академии наук*. 2019;89(5):527-531). DOI: 10.31857/S0869-587389527-531
- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISPК; 1999. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК; 1999).
- Shchepotev F.L., Chebanov V.I., Obratsov E.M., Kruglikov I.V., Blashnikov G.T. Program and methods for nut crop breeding and variety studies (Programma i metodika selektsii i sortoizucheniya orekhoplodnykh kultur). Voronezh; 1976. [in Russian] (Щепотьев Ф.Л., Чебанов В.И., Образцов Е.М., Кругликов И.В., Блашников Г.Т. Программа и методика селекции и сортоизучения орехоплодных культур. Воронеж; 1976).
- Shchepotev F.L., Richter A.A., Pavlenko F.A., Molotkov P.I., Kravchenko V.I., Iroshnikov A.I. Nut-bearing forest crops (Orekhoplodovye lesnye kultury). Moscow; 1978. [in Russian] (Щепотьев Ф.Л., Рихтер А.А., Павленко Ф.А., Молотков П.И., Кравченко В.И., Ирошников А.И. Орехоплодные лесные культуры. Москва; 1978).
- Shmoilova R.A., Minashkin V.G., Sadovnikova N.A., Shuvalova E.B. The theory of statistics (Teoriya statistiki). Moscow; 2004. [in Russian] (Шмойлова Р.А., Минашкин В.Г., Садовникова Н.А., Шувалова Е.Б. Теория статистики. Москва; 2004).
- Sukhorukikh Yu.I. Recommendations for the assessment, description, and zoning of walnuts (Rekomendatsii po otsenke, opisaniyu i rayonirovaniyu orekha gretskogo). Maikop; 1997. [in Russian] (Сухоруких Ю.И. Рекомендации по оценке, описанию и районированию ореха грецкого. Майкоп; 1997).
- Sukhorukikh Yu.I. Selected works: in 3 volumes. Book 2: Nut crops (Izbrannyye trudy: v 3 kn. Kn. 2: Orekhoplodnyye). Maikop; 2008. [in Russian] (Сухоруких Ю.И. Избранные труды: в 3 кн. Кн. 2: Орехоплодные. Майкоп; 2008).
- Sukhorukikh Yu.I., Lugovskoy A.P., Biganova S.G. Program and methods for walnut breeding (Programma i metodika selektsii orekha gretskogo). Maikop; 2007. [in Russian] (Сухоруких Ю.И., Луговской А.П., Биганова С.Г. Программа и методика селекции ореха грецкого. Майкоп; 2007).
- Sun Y., Qi G., Li D., Meng H., Zhu Z., Zhao Y. et al. Walnut (*Juglans regia* L.) Kernel extracts protect against isoproterenol-induced myocardial infarction in rats. *Rejuvenation Research*. 2019;22(4):306-312. DOI: 10.1089/rej.2018.2140

Информация об авторах

Светлана Герсановна Биганова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры информационной безопасности и прикладной информатики, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», 385000 Россия, Республика Адыгея, Майкоп, ул. Первомайская, 191, svetlanabiganowa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0581-3612>

Юрий Иванович Сухоруких, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», 385000 Россия, Республика Адыгея, Майкоп, ул. Первомайская, 191, drsuhor@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5073-6102>

Эдуард Кимович Пчихачев, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, Адыгейский филиал Федерального исследовательского центра Субтропического научного центра Российской академии наук», 385778 Россия, Республика Адыгея, Майкопский район, пос. Цветочный, ул. Школьная, 2А, subplod@mail.ru, adygchay@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2587-0777>

Information about the authors

Svetlana G. Biganova, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Maikop State Technological University, 191 Pervomayskaya St., Maikop, Republic of Adygea 385000, Russia, svetlanabiganowa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0581-3612>

Yuri I. Sukhorukikh, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Leading Researcher, Maikop State Technological University, 191 Pervomayskaya St., Maikop, Republic of Adygea 385000, Russia, drsuhor@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5073-6102>

Eduard K. Pchikhachev, Cand. Sci. (Agriculture), Director, Adygea Branch, Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 2A Shkolnaya St., Tsvetochny, Maikop District, Republic of Adygea 385778, Russia, subplod@mail.ru, adygchay@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2587-0777>

Вклад авторов: Биганова С.Г. – 50%; Сухоруких Ю.И. – 40%; Пчихачев Э.К. – 10%.

Contribution of the authors: S.G. Biganova: 50%; Yu.I. Sukhorukikh: 40%; E.K. Pchikhachev: 10%.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.07.2021; одобрена после рецензирования 21.02.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 27.07.2021; approved after reviewing on 21.02.2022; accepted for publication on 03.06.2022.



Результаты селекции облепихи на Южном Урале

А. А. Васильев, Ф. М. Гасымов, В. С. Ильин

Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, Челябинск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Александр Анатольевич Васильев, kartofel_chel@mail.ru

Возделывание адаптивных сортов плодово-ягодных культур обеспечивает экологическую устойчивость садоводства. В период 2016–2020 гг. проведена оценка сортов облепихи челябинской и алтайской селекции по параметрам адаптивности, экологической пластичности и стабильности в условиях Челябинской области.

В наибольшей мере адаптированы к условиям Южного Урала сорта облепихи местной селекции, среди которых 1 образец интенсивного типа – 18-42-41 (70,4 ц/га; $b_i = 1,51$; $S_i^2 = 4,9$); 9 образцов, сочетающие экологическую пластичность и стабильность: 'Янтарное ожерелье' (77,4 ц/га; $b_i = 0,89$; $S_i^2 = 8,5$), 18-41-27н (71,7 ц/га; $b_i = 1,09$; $S_i^2 = 3,1$), 'Челябинская' (70,7 ц/га; $b_i = 0,98$; 7,1), 18-42-40н (70,7 ц/га; $b_i = 1,01$; 12,0), 'Костер' (70,4 ц/га; $b_i = 1,06$; $S_i^2 = 8,9$), 'Дамские пальчики' (68,8 ц/га; $b_i = 0,72$; $S_i^2 = 1,1$), 'Каротинная' (68,5 ц/га; $b_i = 0,92$; $S_i^2 = 6,1$), 18-6-22 (67,8 ц/га; $b_i = 0,83$; $S_i^2 = 7,7$) и 18-6-18н (67,5 ц/га; $b_i = 0,86$; $S_i^2 = 3,9$); 6 образцов нейтрального типа: 'Лисичка' (69,1 ц/га; $b_i = 0,51$; $S_i^2 = 15,9$), 18-2-38 (67,8 ц/га; $b_i = 0,49$; $S_i^2 = 3,6$), 'Фантазия' (66,9 ц/га; $b_i = 0,69$; $S_i^2 = 0,7$), 'Солнышко' (66,6 ц/га; $b_i = 0,69$; $S_i^2 = 3,0$), 'Рыжик' (64,6 ц/га; $b_i = 0,63$; $S_i^2 = 3,6$), 18-40-27 (64,0 ц/га; $b_i = 0,52$; $S_i^2 = 4,4$). Изученные сорта облепихи алтайской селекции относятся к генотипам интенсивного типа: 'Чуйская' (52,2 ц/га; $b_i = 1,88$), 'Превосходная' (51,8 ц/га; $b_i = 1,55$), 'Обильная' (50,9 ц/га; $b_i = 1,37$), 'Пантелеевская' (47,7 ц/га; $b_i = 1,51$), 'Любимая' (41,6 ц/га; $b_i = 1,31$), их использование в Челябинской области возможно только при условии возделывания на высоком агротехническом фоне.

Ключевые слова: сорт, адаптивность, урожайность, экологическая пластичность, стабильность

Благодарности: работа выполнена на базе Южно-Уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства – филиала Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра УрО РАН в рамках выполнения государственного задания по теме: «Разработка и совершенствование методов селекционной работы, создание исходного материала и адаптивных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных, декоративных культур и картофеля».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Васильев А.А., Гасымов Ф.М., Ильин В.С. Результаты селекции облепихи на Южном Урале. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):24-31. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-24-31

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-24-31

Results of sea buckthorn breeding in the Southern Urals

Aleksandr A. Vasiliev, Firudin M. Gasimov, Vladimir S. Ilyin*South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Growing, branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Chelyabinsk, Russia***Corresponding author:** Aleksandr A. Vasiliev, kartofel_chel@mail.ru

Cultivation of adaptive fruit and berry crop varieties ensures environmental sustainability of horticulture. In the period of 2016–2020, sea buckthorn cultivars developed in Chelyabinsk and the Altai were assessed for adaptability, environmental plasticity, and stability under the conditions of Chelyabinsk Province. Sea buckthorn cultivars of local breeding appeared most adapted to the conditions of the Southern Urals. Among them, 1 accession was of the intensive type: 18-42-41 (7.04 t/ha; $b_i = 1.51$; $S_i^2 = 4.9$); 9 cultivars combined environmental plasticity and stability: 'Yantarnoye ozherelye' (7.74 t/ha; $b_i = 0.89$; $S_i^2 = 8.5$), 18-41-27n (7.17 t/ha; $b_i = 1.09$; $S_i^2 = 3.1$), 'Chelyabinskaya' (7.07 t/ha; $b_i = 0.98$; $S_i^2 = 7.1$), 18-42-40n (7.07 t/ha; $b_i = 1.01$; $S_i^2 = 12.0$), 'Koster' (7.04 t/ha; $b_i = 1.06$; $S_i^2 = 8.9$), 'Damskiye palchiki' (6.88 t/ha; $b_i = 0.72$; $S_i^2 = 1.1$), 'Karotinnaya' (6.85 t/ha; $b_i = 0.92$; $S_i^2 = 6.1$), 18-6-22 (6.78 t/ha; $b_i = 0.83$; $S_i^2 = 7.7$), and 18-6-18n (6.75 t/ha; $b_i = 0.86$; $S_i^2 = 3.9$); and 6 accessions were of the neutral type: 'Lisichka' (6.91 t/ha; $b_i = 0.51$; $S_i^2 = 15.9$), 18-2-38 (6.78 t/ha; $b_i = 0.49$; $S_i^2 = 3.6$), 'Fantaziya' (6.69 t/ha; $b_i = 0.69$; $S_i^2 = 0.7$), 'Solnyshko' (6.66 t/ha; $b_i = 0.69$; $S_i^2 = 3.0$), 'Ryzhik' (6.46 t/ha; $b_i = 0.63$; $S_i^2 = 3.6$), and 18-40-27 (6.40 t/ha; $b_i = 0.52$; $S_i^2 = 4.4$). The studied sea buckthorn cultivars bred in the Altai belong to the intensive-type genotypes: 'Chuyskaya' (5.22 t/ha; $b_i = 1.88$), 'Prevoskhodnaya' (5.18 t/ha; $b_i = 1.55$), 'Obilnaya' (5.09 t/ha; $b_i = 1.37$), 'Panteleevskaya' (4.77 t/ha; $b_i = 1.51$), and 'Lyubimaya' (4.16 t/ha; $b_i = 1.31$). Their cultivation in Chelyabinsk Province is possible only with advanced agricultural practices.

Keywords: cultivar, adaptability, productivity, environmental plasticity, stability**Acknowledgements:** the work was carried out on the basis of the South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Growing, branch of the Ural Federal Agrarian Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, as part of the State Task entitled: "Development and improvement of breeding work methods, development of source material and adaptive cultivars of cereals, grain legumes, fodder, fruit and berry crops, ornamental plants, and potatoes".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Vasiliev A.A., Gasimov F.M., Ilyin V.S. Results of sea buckthorn breeding in the Southern Urals. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):24-31. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-24-31

Введение

Облепиха произрастает на значительной части Евразийского континента, охватывая практически все страны Европы, Средней Азии, Китай, Монголию, Индию и Пакистан. На территории РФ в диком состоянии облепиха встречается на Алтае, в Западной и Восточной Сибири, в европейской части и на Северном Кавказе (Okazova, Tsgoev, Veroyev, 2011; Sedov, Gruner, 2014). Из России облепиха была завезена в Канаду и США, а с территории Китая – в Боливию (Singh, 2003). Облепиха – это сравнительно молодая культура. Значительная часть ее производства сосредоточена в Китае и Индии. Так, в КНР под облепихой занято почти 0,6 млн га (Zubarev, 2008). По данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г., площадь возделывания облепихи в нашей стране составляет 7003 га (Results..., 2018).

Впервые в мире селекционная работа с облепихой стала проводиться в Научно-исследовательском институте садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко (сегодня филиал Федерального Алтайского научного центра агроботехнологий). Первые алтайские сорта 'Дар Катуня', 'Масличная' и 'Новость Алтая', районированные в 1965 г., широко распространились практически по всей территории бывшего СССР (Plyin, Plyina, 2007). С этого времени селекцию облепихи начали проводить и в других научных учреждениях нашей страны, а сегодня в этот процесс вовлечены большинство стран Европейского союза, Монголия, Китай, Индия, Южная Корея, Япония, США, Канада и др. (Singh, 2003). На данный момент мировой сортимент облепихи насчитывает более 400 сортов, 79 из них внесено в Реестр селекционных достижений России. Ведущий селекционный центр по облепихе, судя по количеству районированных сортов, – Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий (25 сортов). Значительный вклад в создание отечественного сортимента облепихи внесли селекционеры МГУ имени М.В. Ломоносова (14 районированных сортов), Бурятского научно-исследовательского института сельского хозяйства и Новосибирской станции садоводства (по 12) (State Register..., 2021).

Мировая селекция облепихи направлена на создание высокоурожайных, адаптивных сортов с низкой околочечностью побегов, высоким содержанием масла и витаминов в плодах. Доминирующее положение на мировой арене занимают китайские ученые. Однако есть и региональные особенности. Так, в Германии селекция облепихи идет в направлении создания сильнорослых форм с легким отрывом и высоким качеством плодов. В Индии, Швеции, Финляндии, Венгрии и многих других странах главное направление селекции облепихи – использование в медицине и пищевой промышленности (Zubarev, 2009). Для России актуальными являются задачи повышения зимостойкости, устойчивости к фитопатогенам и пригодность к промышленному возделыванию (Zubarev, 2008; Shamanskaya, 2021; Bogomolova, Lupin, 2021).

На Южном Урале селекция облепихи ведется с 1972 г., при этом широко используются катунская, чуйская, саянская и другие экотипы облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.). За период работы изучено более 38 тыс. гибридных растений, создано десять селекционных сортов, пять из которых внесены в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: 'Костер', 'Лисичка', 'Рыжик', 'Солнышко' и 'Янтарное ожерелье'. Авторы сортов – доктор сельскохозяйственных наук Владимир Сергеевич Ильин и кандидат сельскохозяйст-

венных наук, заслуженный агроном РФ Нина Алексеевна Ильина.

В Челябинской области облепиха демонстрирует высокую зимостойкость, ежегодное плодоношение и высокую продуктивность. В настоящее время селекция этой культуры на Южном Урале направлена на создание экологически пластичных сортов с комплексом хозяйственно ценных признаков (включая крупноплодность, урожайность, десертный вкус ягод, слабую околочечность побегов и пригодность к механизированной уборке урожая) (Plyin, 2018).

Цель исследований – оценка сортов облепихи, возделываемых на Южном Урале, по адаптивности, экологической пластичности и стабильности.

Материал и методы исследования

Исследования были проведены в 2016–2020 гг. на базе Южно-Уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства (ЮУНИИСК) – филиала ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН» в рамках выполнения государственного задания по теме: «Разработка и совершенствование методов селекционной работы, создание исходного материала и адаптивных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных, декоративных культур и картофеля».

Объектом исследования служили сорта облепихи селекции ЮУНИИСК (16 шт.) и Научно-исследовательского института садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко – отдела ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий» (5 шт.). При проведении исследований руководством служили классические методики (Sedov, Ogoltsova, 1999). Обработку данных проводили методом дисперсионного анализа (Dospikhov, 1985). Оценку экологической пластичности сортов проводили по методике И. А. Драгавцевой, Л. М. Лопатиной (Dragavtseva, Lopatina, 1999) и С. А. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. А. Зыкина (Zykin et al., 1984). В качестве контроля (st.) был взят сорт 'Превосходная'.

Опытный участок заложен в 2007 г. Схема посадки – 4 × 1,5 м. Почва – чернозем выщелоченный, малогумусный, среднемощный, среднесуглинистый. Обеспеченность подвижными формами азота, фосфора – средняя, калия – высокая, реакция почвенного раствора слабокислая. Участок неполивной. Уход за растениями общепринятый для лесостепной зоны садоводства Челябинской области. Удобрение вносили при посадке. В течение вегетационного периода осуществляли регулярное рыхление междурядий культиватором. Ядохимикаты не применялись. Санитарную обрезку проводили в ноябре, удаляя засохшие или поврежденные ветви.

Метеорологические условия в период исследований в целом были близки к среднемуголетним. Исключение составила малоснежная зима 2017/2018 г., когда осадков выпало 36 мм (60 % от нормы), и зима 2019/2020 г., оказавшаяся на 5,8°C теплее обычного. Вегетационный период (май – сентябрь) 2017 г. по величине гидротермического коэффициента Селянинова признан достаточно влажным, а в 2016, 2018, 2019 и 2020 г. – недостаточно влажным (ГТК = 1,13; 1,04; 1,03 и 1,13 соответственно).

Результаты исследований

Облепиха на Южном Урале – одна из самых урожайных садовых культур. Многолетний гибридологический

анализ показал, что наибольший выход высокопродуктивных сеянцев облепихи обеспечивает использование в качестве материнских растений сортов 'Чуйская', 'Великан' и 'Щербинка 1' (39–46%). Наибольший выход крупноплодных сеянцев отмечается в семьях, полученных с участием сортов 'Щербинка 1' и 'Великан' (15–16%) (Puyin, 2018).

Наибольшая урожайность облепихи отмечалась в условиях 2018 г. (75,6 ц/га) при индексе среды (I_i) равном 12,0 ц/га. Наименьший результат получен в 2016 г. (50,2 ц/га) при индексе среды 13,4 ц/га (табл. 1).

Оценку адаптивных свойств изученных сортов облепихи осуществляли с помощью расчета линейной регрессии (b_i), характеризующей экологическую пластичность сорта, и среднего квадратичного отклонения от линии регрессии (S_i^2), определяющего стабильность генотипа. Чем больше первый показатель, тем сильнее реакция сорта на изменение условий выращивания. Генотипы с коэффициентом регрессии значительно выше 1 относятся к интенсивному типу, то есть хорошо отзываются на улучшение условий возделывания (Loginov, Kazak, 2015). Чем меньше второй показатель, тем более ста-

Таблица 1. Урожайность и параметры пластичности сортов и образцов облепихи в условиях Челябинской области, т/га

Table 1. Yield and plasticity parameters of sea buckthorn cultivars and accessions under the conditions of Chelyabinsk Province, 100 kg/ha

Сорт (год районирования)	2016	2017	2018	2019	2020	Среднее	Параметры	
							b_i	S_i^2
Янтарное ожерелье	65,6	81,6	88,0	76,8	75,2	77,4	0,89	8,5
18-41-27н	60,8	78,4	84,8	65,6	68,8	71,7	1,09	3,1
Челябинская	62,4	76,8	83,2	64,0	67,2	70,7	0,98	7,1
18-42-40н	60,8	75,2	84,8	67,2	65,6	70,7	1,01	12,0
Костер	56,0	76,8	81,6	68,8	68,8	70,4	1,06	8,9
18-42-41	51,2	78,4	86,4	64,0	72,0	70,4	1,51	4,9
Дамские пальчики	60,8	73,6	76,8	65,6	67,2	68,8	0,72	1,1
Лисичка	59,2	70,4	73,6	70,4	72,0	69,1	0,51	15,9
Каротинная	59,2	70,4	81,6	64,0	67,2	68,5	0,92	6,1
18-6-22	57,6	68,8	78,4	64,0	70,4	67,8	0,83	7,7
18-6-18н	56,0	72,0	76,8	65,6	67,2	67,5	0,86	3,9
18-2-38	60,8	68,8	73,6	67,2	68,8	67,8	0,49	3,6
Фантазия	59,2	70,4	75,2	64,0	65,6	66,9	0,69	0,7
Солнышко	60,8	70,4	75,2	60,8	65,6	66,6	0,69	3,0
Рыжик	57,6	65,6	73,6	62,4	64,0	64,6	0,63	3,6
18-40-27	59,2	64,0	72,0	60,8	64,0	64,0	0,52	4,4
Чуйская	33,6	64,0	72,0	35,2	56,0	52,2	1,88	25,5
Превосходная, st.	38,4	62,4	70,4	40,0	48,0	51,8	1,55	14,4
Обильная	36,8	62,4	64,0	40,0	51,2	50,9	1,37	12,4
Пантелеевская	30,4	60,8	60,8	36,8	49,6	47,7	1,51	18,3
Любимая	27,2	49,6	54,4	30,4	46,4	41,6	1,31	16,5
Среднее	50,2	69,6	75,6	58,7	63,8	63,6	-	-
Индекс I_i	-13,4	6,0	12,0	-4,9	0,2	-	-	-
НСР ₀₅	5,1	5,2	4,4	3,8	3,4	-	-	-

бильным является сорт. Высокоценными при этом являются экологически пластичные сорта, которые при достаточно высоком уровне продуктивности имеют коэффициент регрессии близкий к 1, а стабильность близкую к 0. Урожайность такого сорта коррелирует с изменением условий среды (Gasymov et al., 2019).

Среди челябинских сортов облепихи выделен один генотип интенсивного типа – 18-42-41 ($b_i = 1,51$; $S_i^2 = 4,9$), формирующий достаточно высокий урожай ягод (в среднем 70,4 ц/га). Лидерами по урожайности являются экологически пластичные образцы (большинство из них стабильные) челябинской селекции: ‘Янтарное ожерелье’ (77,4 ц/га; $b_i = 0,89$; $S_i^2 = 8,5$), 18-41-27 (71,7 ц/га; $b_i = 1,09$; $S_i^2 = 3,1$), ‘Челябинская’ (70,7 ц/га; $b_i = 0,98$; $S_i^2 = 7,1$), 18-42-40н (70,7 ц/га; $b_i = 1,01$; $S_i^2 = 12,0$), ‘Костер’ (70,4 ц/га; $b_i = 1,06$; $S_i^2 = 8,9$), ‘Дамские пальчики’ (68,8 ц/га; $b_i = 0,72$; $S_i^2 = 1,1$), ‘Каротинная’ (68,5 ц/га; $b_i = 0,92$; $S_i^2 = 6,1$), 18-6-22 (67,8 ц/га; $b_i = 0,83$; $S_i^2 = 7,7$) и 18-6-18н (67,5 ц/га; $b_i = 0,86$; $S_i^2 = 3,9$).

Несколько ниже в целом по опыту урожайность нейтральных сортов облепихи (в пределах от 64,0 до 69,1 ц/га): ‘Лисичка’ ($b_i = 0,51$; $S_i^2 = 15,9$), 18-2-38 ($b_i = 0,49$; $S_i^2 = 3,6$), ‘Фантазия’ ($b_i = 0,69$; $S_i^2 = 0,7$), ‘Солнышко’ ($b_i = 0,69$; $S_i^2 = 3,0$), ‘Рыжик’ ($b_i = 0,63$; $S_i^2 = 3,6$), 18-40-27 ($b_i = 0,52$; $S_i^2 = 4,4$).

Среди генотипов челябинской селекции недостаточно стабильными по урожайности являются сорт ‘Лисичка’ ($S_i^2 = 15,9$) и элитная форма 18-42-40н ($S_i^2 = 12,0$).

Все пять сортов облепихи алтайской селекции относятся к генотипам интенсивного типа: ‘Чуйская’ ($b_i = 1,88$), ‘Превосходная’ ($b_i = 1,55$), ‘Обильная’ ($b_i = 1,37$),

‘Пантелеевская’ ($b_i = 1,51$), ‘Любимая’ ($b_i = 1,31$). Однако они характеризуются низкой стабильностью урожая по годам, а их продуктивность в целом ниже среднего значения по опыту (63,6 ц/га): ‘Чуйская’ – 52,2 ц/га ($S_i^2 = 25,5$), ‘Превосходная’ – 51,8 ц/га ($S_i^2 = 14,4$), ‘Обильная’ – 50,9 ц/га ($S_i^2 = 12,4$), ‘Пантелеевская’ – 47,7 ц/га ($S_i^2 = 18,3$), ‘Любимая’ – 41,6 ц/га ($S_i^2 = 16,5$). Тем не менее достаточно высокий уровень продуктивности (от 41,6 до 52,2 ц/га) дает основание рекомендовать данные сорта алтайской селекции для возделывания на Южном Урале на высоком фоне агротехники.

Оценка адаптивного потенциала дала возможность выделить сорта облепихи, в наибольшей степени пригодные для возделывания на Южном Урале. Наибольший коэффициент адаптивности (КА) имел сорт облепихи ‘Янтарное ожерелье’ – 1,21 (рисунок).

Вслед за ним расположились сорта: ‘Челябинская’ (КА = 1,11), ‘Костер’ (КА = 1,10), ‘Лисичка’ (КА = 1,09), ‘Дамские пальчики’ (КА = 1,08), ‘Каротинная’ (КА = 1,07), ‘Фантазия’ (КА = 1,05), ‘Солнышко’ (КА = 1,04), ‘Рыжик’ (КА = 1,01) и элитные формы: 18-41-27н (КА = 1,12), 18-42-40н (КА = 1,10), 18-42-41 (КА = 1,09), 18-2-38 (КА = 1,07), 18-6-22, 18-6-18н (КА = 1,06) и 18-41-27н (КА = 1,01). Все вышеназванные образцы – челябинской селекции. Очевидно, это свидетельствует о том, что сорта облепихи местной селекции более адаптированы к агроклиматическим условиям Южного Урала, чем сорта алтайской селекции. Среди сортов селекции НИИ садоводства имени М.А. Лисавенко (Барнаул) наибольший коэффициент адаптивности в условиях Челябинской области имел сорт облепихи ‘Чуйская’ (КА = 0,80).

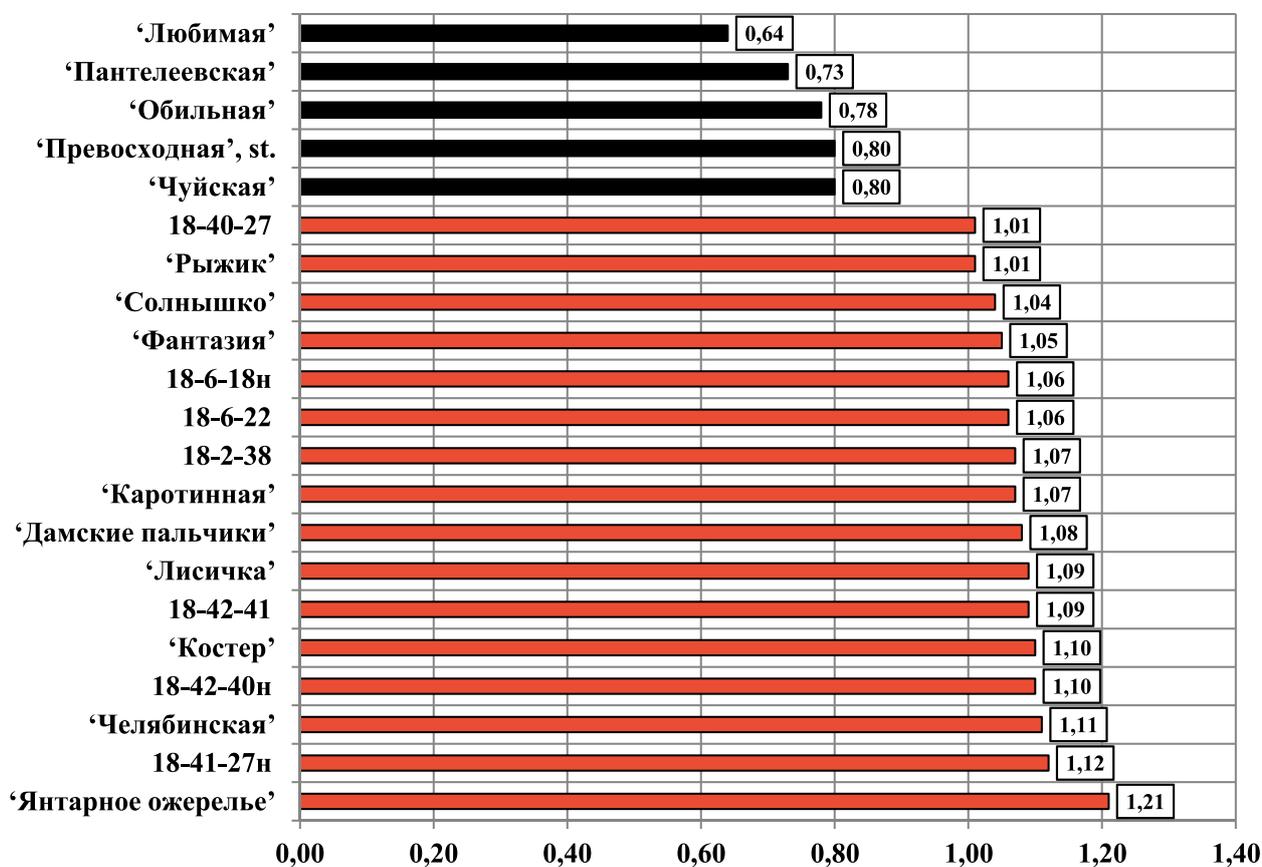


Рисунок. Коэффициент адаптивности сортов и образцов облепихи
Figure. Adaptability coefficients of sea buckthorn cultivars and accessions

Несмотря на большое разнообразие сортов, привлекаемых в селекцию облепихи, в происхождении сортов челябинской селекции принимали участие главным образом сорта алтайской селекции и пыльца алтайских форм облепихи. Лучшим из них является алтайский сорт 'Чуйская', с участием которого на Южном Урале получено четыре сорта облепихи: 'Костер', 'Рыжик', 'Дамские пальчики' и 'Фантазия'. По одному сорту получено при использовании в гибридизации еще двух сортов алтайской селекции: от свободного опыления сорта 'Превосходная' получен сорт 'Янтарное ожерелье', а с участием сорта 'Обильная' получен челябинский сорт 'Лисичка' (табл. 2).

остальных образцов следует активизировать работу по их районированию в Уральском регионе.

2. Агроклиматические условия Челябинской области благоприятны для выделения в результате селекционного процесса высокопродуктивных сортов облепихи, сочетающих экологическую пластичность и стабильность: 'Янтарное ожерелье' (77,4 ц/га; $b_i = 0,89$; $S_i^2 = 8,5$), 18-41-27н (71,7 ц/га; $b_i = 1,09$; $S_i^2 = 3,1$), 'Челябинская' (70,7 ц/га; $b_i = 0,98$; $S_i^2 = 7,1$), 18-42-40н (70,7 ц/га; $b_i = 1,01$; $S_i^2 = 12,0$), 'Костер' (70,4 ц/га; $b_i = 1,06$; $S_i^2 = 8,9$), 'Дамские пальчики' (68,8 ц/га; $b_i = 0,72$; $S_i^2 = 1,1$), 'Каротинная' (68,5 ц/га; $b_i = 0,92$; $S_i^2 = 6,1$), 18-6-22 (67,8 ц/га; $b_i = 0,83$; $S_i^2 = 7,7$) и 18-6-

Таблица 2. Селекционные сорта облепихи, созданные на Южном Урале (авторы: В. С. Ильин, Н. А. Ильина)

Table 2. Released sea buckthorn cultivars developed in the Southern Urals (the authors: V. S. Ilyin and N. A. Ilyina)

Сорт	Год передачи на ГСИ	Год районирования	Масса ягод, г		Вкус, баллы	Происхождение сорта
			\bar{x}	max		
Каротинная	1991	–	0,8	1,0	4,0	Витаминная × смесь пыльцы алтайских форм облепихи
Урал	1991	–	–	–	–	Сеянец облепихи катунской
Костер	1994	2002	0,8	1,0	4,9	Чуйская × смесь пыльцы алтайских форм облепихи
Лисичка	1994	2002	0,6	0,8	5,0	Обильная × смесь пыльцы алтайских форм облепихи
Янтарное ожерелье	1994	2002	1,4	2,0	4,4	Превосходная от свободного опыления
Рыжик	1996	2002	0,6	0,9	4,8	Чуйская × смесь пыльцы алтайских форм
Солнышко	1997	2002	0,8	1,0	5,0	Масличная × смесь пыльцы алтайских форм
Дамские пальчики	2005	–	1,0	1,5	4,8	Чуйская × смесь пыльцы алтайских форм
Фантазия	2007	–	0,8	1,3	4,7	Чуйская × смесь пыльцы алтайских форм
Челябинская	2009	–	0,6	0,8	5,0	Превосходная × 15-15

Примечание: масса и вкус ягод в среднем за период исследований (2016–2020 гг.)

Note: berry weight and flavor on average for the research period (2016–2020)

Выводы

1. Оценка адаптивного потенциала позволила выделить адаптивные к условиям Южного Урала сорта облепихи: 'Янтарное ожерелье' (КА = 1,21), 8-41-27 (КА = 1,12), 'Челябинская' (КА = 1,11), 'Костер', 18-42-40н (КА = 1,10), 'Лисичка', 18-42-41 (КА = 1,09), 'Дамские пальчики' (КА = 1,08), 'Каротинная', 18-2-38 (КА = 1,07), 18-6-22, 18-6-18н (КА = 1,06) 'Фантазия' (КА = 1,05), 'Солнышко' (КА = 1,04), 'Рыжик' (КА = 1,01) и 18-41-27н (КА = 1,01). Для обеспечения стабильности производства следует использовать районированные сорта облепихи: 'Янтарное ожерелье', 'Костер', 'Лисичка', 'Солнышко', а в отношении

18н (67,5 ц/га; $b_i = 0,86$; $S_i^2 = 3,9$). Средняя урожайность по сортам этой группы за период исследований составила 70,4 ц/га.

3. Среди сортов облепихи челябинской селекции только один образец относится к генотипам интенсивного типа – 18-42-41 ($b_i = 1,51$; $S_i^2 = 4,9$); тем не менее он формирует высокую урожайность ягод (в среднем 70,4 ц/га).

4. Все пять сортов алтайской селекции относятся к генотипам интенсивного типа: 'Чуйская' (52,2 ц/га; $b_i = 1,88$), 'Превосходная' (51,8 ц/га; $b_i = 1,55$), 'Обильная' (50,9 ц/га; $b_i = 1,37$), 'Пантелеевская' (47,7 ц/га; $b_i = 1,51$), 'Любимая' (41,6 ц/га; $b_i = 1,31$). Их использование в Челя-

бинской области можно рекомендовать при условии возделывания на высоком агротехническом фоне.

5. В число адаптивных к условиям Южного Урала сортов облепихи вошли нейтральные сорта, имеющие достаточно высокую продуктивность (в среднем по группе – 66,5 ц/га) и слабую реакцию на изменение условий выращивания: 'Лисичка' ($b_i = 0,51$; $S_i^2 = 15,9$), 18-2-38 ($b_i = 0,49$; $S_i^2 = 3,6$), 'Фантазия' ($b_i = 0,69$; $S_i^2 = 0,7$), 'Солнышко' ($b_i = 0,69$; $S_i^2 = 3,0$), 'Рыжик' ($b_i = 0,63$; $S_i^2 = 3,6$), 18-40-27 ($b_i = 0,52$; $S_i^2 = 4,4$).

References / Литература

- Bogomolova N.I., Lupin M.V. Biological potential of sea buckthorn productivity in natural and industrial stands in Russia. *Bulletin of Agrarian Science*. 2021;6(93):62-67. [in Russian] (Богомолова Н.И., Лупин М.В. Уровень биологического потенциала продуктивности облепихи крушиновидной в естественных и промышленных насаждениях России. *Вестник аграрной науки*. 2021;6(93):62-67). DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.6.62
- Dospikhov V.A. Methodology of field trial (Metodika polevogo opyta). Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Доспехов В.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат; 1985).
- Dragavtseva I.A., Lopatina L.M. Environmental plasticity of a variety and its study (Ekologicheskaya plastichnost sorta i yeye izucheniye). In: E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (eds). *Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur)*. Orel: VNIISPK; 1999. p.120-121. [in Russian] (Драгавцева И.А., Лопатина Л.М. Экологическая пластичность сорта и ее изучение. В кн.: *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур* / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Оrel: ВНИИСПК; 1999. С.120-121).
- Gasymov F.M., Mazunin M.A., Glaz N.V., Geraskin A.P., Kadochnikov I.G. Evaluation of ecological plasticity of Chelyabinsk apple varieties. *Uchenye zametki Tikhookeanskogo gosudarstvennogo universiteta = Academic Papers of the Pacific State University*. 2019;10(3):194-199. [in Russian] (Гасымов Ф.М., Мазунин М.А., Глаз Н.В., Гераскин А.П., Кадочников И.Г. Оценка экологической пластичности челябинских сортов яблони. *Ученые заметки Тихоокеанского государственного университета*. 2019;10(3):194-199).
- Ilyin V.S. Sea buckthorn from Chelyabinsk (Oblepikha iz Chelyabinska). In: *Topical Issues of Horticulture and Potato Growing. Proceedings of the International Online Scientific and Practical Conference (March 15 – April 5, 2018) (Aktualnye voprosy sadovodstva i kartofelevodstva. Sbornik trudov Mezhdunarodnoy distantsionnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [15 marta – 5 aprelya 2018 g.]*. Chelyabinsk; 2018. p.240-246. [in Russian] (Ильин В.С. Облепиха из Челябинска. В кн.: *Актуальные вопросы садоводства и картофелеводства. Сборник трудов Международной дистанционной научно-практической конференции (15 марта – 5 апреля 2018 г.)*. Челябинск; 2018. С.240-246).
- Ilyin V.S., Ilyina N.A. Blue honeysuckle, sea buckthorn (Zhimolost sinyaya, oblepikha). Chelyabinsk: South Ural Book Publishers; 2007. [in Russian] (Ильин В.С., Ильина Н.А. Жимолость синяя, облепиха. Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство; 2007).
- Loginov Yu.P., Kazak A.A. Ecological plasticity of potatoes cultivars in Tyumen region. *Bulletin of Kemerovo State University*. 2015;1-4(61):24-28. [in Russian] (Логинов Ю.П., Казак А.А. Экологическая пластичность сортов картофеля в условиях Тюменской области. *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2015;1-4(61):24-28).
- Okazova Z.P., Tsgoev S.A., Berov B.M. Ecogeographic features of sea buckthorn (Ekologo-geograficheskiye osobennosti oblepikhi). *Vestnik Regionalnogo otdeleniya Russkogo Geograficheskogo obshchestva v Respublike Severnaya Osetiya – Alaniya = Bulletin of the Regional Branch of the Russian Geographic Society in the Republic of North Ossetia – Alania*. 2011;(14):40-41. [in Russian] (Оказова З.П., Цгоев С.А., Бероев Б.М. Эколого-географические особенности облепихи. *Вестник Регионального отделения Русского Географического общества в Республике Северная Осетия – Алания*. 2011;(14):40-41).
- Results of the All-Russian Agricultural Census of 2016: In 8 volumes. Vol. 4. Arable areas under agricultural crops and areas under perennial plantations and berry crops. Book. 1. Areas under crops and perennial plantations (Itogi Vserossiyskoy selskokhozyaystvennoy perepisi 2016 goda: V 8 tomakh. T. 4. Posevnyye ploshchadi selskokhozyaystvennykh kultur i ploshchadi mnogoletnykh nasazhdeniy i yagodnykh kultur. Kn. 1. Ploshchadi selskokhozyaystvennykh kultur i mnogoletnykh nasazhdeniy). Moscow: Statistika Rossii; 2018. [in Russian] (Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: В 8 т. Т. 4. Посевные площади сельскохозяйственных культур и площади многолетних насаждений и ягодных культур. Кн. 1. Площади сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений. Москва: Статистика России; 2018).
- Sedov E.N., Gruner L.A. (eds). Pomology: In 5 volumes. Vol. 4. Strawberry. Raspberry. Nut-bearing and rare crops (Pomologiya: V 5-ti tomakh. T. 4. Zemlyanika. Malina. Orekhoplodnye i redkiye kultury). Orel: VNIISPK; 2014. [in Russian] (Помология: В 5-ти томах. Том 4: Земляника. Малина. Орехоплодные и редкие культуры / под ред. Е.Н. Седова, Л.А. Грюнер. Оrel: ВНИИСПК; 2014).
- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. Collection study (Kollektsionnoye izucheniye). In: Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). *Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur)*. Orel: VNIISPK; 1999. p.16-19. [in Russian] (Седов Е.Н., Огольцова Т.П. Коллекционное изучение. В кн.: *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур* / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Оrel: ВНИИСПК; 1999. С.16-19).
- Shamanskaya L.D. Sea buckthorn fly (*Rhagoletis batava obscuriosa* Kol.) and optimization of protective measures against the pest in Altai Territory. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2021;65:93-101. [in Russian] (Шаманская Л.Д. Облепиховая муха (*Rhagoletis batava obscuriosa* Kol.) и оптимизация защитных мероприятий против вредителя в Алтайском крае. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2021;65:93-101). DOI: 10.31676/2073-4948-2021-65-93-101
- Singh V. Geographical adaptation and distribution of seabuckthorn (*Hippophae* L.) resources. In: V. Singh (ed.). *Seabuckthorn (Hippophae L.): A Multipurpose Wonder Plant. Vol. 1*. New Delhi; 2003. p.21-34.

- State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Vol. 1 "Plant varieties" (official publication). Moscow: Rosinformagrotekh; 2021. [in Russian] (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). Москва: Росинформагротех; 2021). URL: <https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2021/04/Итоговый-реестр-2021.pdf> [дата обращения: 02.03.2022].
- Zubarev J.A. Total and objects of sea-buckthorn breeding in Siberia at the modern stage. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2008;(7):12-17. [in Russian] (Зубарев Ю.А. Итоги и задачи селекции облепихи в Сибири на современном этапе. *Достижения науки и техники АПК*. 2008;(7):12-17).
- Zubarev Y.A. Sea buckthorn – past and future of international scientific co-operation. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2009;(7):3-4. [in Russian] (Зубарев Ю.А. Облепиха – история и перспективы международного научного сотрудничества. *Достижения науки и техники АПК*. 2009;(7):3-4).
- Zykin V.A., Meshkova V.V., Sapega V.A. Environmental plasticity parameters of agricultural plants, their calculation and analysis: guidelines (Parametry ekologicheskoy plastichnosti selskhokhozyastvennykh rasteniy, ikh raschet i analiz: metodicheskiye rekomendatsii). Novosibirsk; 1984. [in Russian] (Зыкин В.А., Мешкова В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации. Новосибирск; 1984).

Информация об авторах

Александр Анатольевич Васильев, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, 454100 Россия, Челябинск, Шершни, ул. Гидрострой, 16, kartofel_chel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7816-0624>

Фирудин Мамедага Оглы Гасимов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, 454100 Россия, Челябинск, Шершни, ул. Гидрострой, 16, lstpk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5738-0046>

Владимир Сергеевич Ильин, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, 454100 Россия, Челябинск, Шершни, ул. Гидрострой, 16, kartofel_chel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1186-220X>

Information about the authors

Aleksandr A. Vasiliev, Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Growing, branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 16 Gidrostroy St., Shershni, Chelyabinsk 454100, Russia, kartofel_chel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7816-0624>

Firudin M. Gasimov, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Growing, branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 16 Gidrostroy St., Shershni, Chelyabinsk 454100, Russia, lstpk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5738-0046>

Vladimir S. Ilyin, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Growing, branch of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 16 Gidrostroy St., Shershni, Chelyabinsk 454100, Russia, kartofel_chel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1186-220X>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.01.2022; одобрена после рецензирования 12.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 20.01.2022; approved after reviewing on 12.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022.



Характеристика генетической коллекции сортов земляники (*Fragaria × ananassa* Duch.) по компонентам антиоксидантного комплекса плодов

Е. В. Жбанова, И. В. Лукьянчук

Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, Мичуринск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Екатерина Викторовна Жбанова, shbanovak@yandex.ru

Актуальность. Показатели качества плодов земляники, их технологические и лечебно-профилактические свойства во многом обуславливаются химическим составом. При создании новых сортов необходимо выявление источников высокого уровня накопления макро- и микронутриентов в плодах.

Материалы и методы. Объектами исследований являлись плоды земляники полиморфной генетической коллекции, собранной в лаборатории частной генетики и селекции Федерального научного центра имени И.В. Мичурина и включающей созданные в учреждении сорта, элитные и отборные формы, а также интродуцированные сорта отечественной и зарубежной селекции. Изучение показателей химического состава (содержание витамина С, антоцианов) осуществлялось на приборно-аналитической базе лаборатории биохимии и пищевых технологий согласно стандартным методикам. Исследования проводились в период 1994–2020 гг.

Результаты и выводы. Определены диапазоны изменчивости накопления основных компонентов антиоксидантного комплекса в плодах земляники в условиях Центрально-Черноземного региона (Мичуринск): аскорбиновой кислоты – 30,1–102,3 мг/100 г; антоцианов – 3,6–124,5 мг/100 г. Проведено ранжирование сортов по рассматриваемым химическим компонентам. Большинство исследованных сортов (85,6%) отнесено в группу «среднее содержание витамина С», от 50,1–90,0 мг/100 г. Основная масса (85,6%) исследованных сортов накапливала антоцианы до 70,0 мг/100 г. Выделены ценные источники высокого накопления: витамина С (выше 90,1 мг/100 г) – 'Кокинская заря', 'Лировидная', 'Сударушка', 'Zephyr'; антоцианов (выше 90,1 мг/100 г) – 'Алена', 'Источник', 'Памяти Зубова', 'Привлекательная', 'Рубиновый кулон', 'Торпеда', 'Фейерверк', эл. с. 56-5 («Рубиновый каскад»). Выделенные сорта представляют интерес как для потребления свежих плодов в качестве высоковитаминной продукции, так и в качестве исходного материала при создании генотипов с улучшенным химическим составом.

Ключевые слова: химический состав, биологически активные вещества, аскорбиновая кислота, антоцианы

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке проекта Минобрнауки России «Национальная сетевая коллекция генетических ресурсов растений для эффективного научно-технологического развития РФ в сфере генетических технологий» по соглашению № 075-15-2021-1050 от 28.09.2021 г.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Жбанова Е.В., Лукьянчук И.В. Характеристика генетической коллекции сортов земляники (*Fragaria × ananassa* Duch.) по компонентам антиоксидантного комплекса плодов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):32-42. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-32-42

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-32-42

Description of the genetic collection of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) cultivars according to the components of their fruit antioxidant complex

Ekaterina V. Zhbanova, Irina V. Luk'yanchuk

I.V. Michurin Federal Science Center, Michurinsk, Russia

Corresponding author: Ekaterina V. Zhbanova, shbanovak@yandex.ru

Background. Quality indicators, medicinal and prophylactic properties of strawberry fruits are largely determined by their chemical composition. In order to improve the breeding work, it is necessary to look for the sources of high-level accumulation of macro- and micronutrients in fruits.

Materials and methods. Fruits of 101 accessions from the genetic collection of introduced foreign and domestic cultivars, elite and selected forms held by the I.V. Michurin Federal Science Center were used as the target research material. All of them were grown on the experimental plantations from 1994 through 2020. Their chemical composition (ascorbic acid and anthocyanin contents) was analyzed at the Laboratory of Biochemistry and Food Technologies according to the standard methods.

Results and conclusions. The ranges of variability in the accumulation of primary components of the antioxidant complex in strawberry fruits in the environments of the Central Black Earth Region (Michurinsk) were measured: 30.1–102.3 mg/100 g for ascorbic acid and 3.6–124.5 mg/100 g for anthocyanins. The cultivars were ranked according to the analyzed chemical components. A majority of them were classified into the group with average vitamin C content (50.1–90.0 mg/100 g). The largest part (85.6%) of the studied cultivars accumulated anthocyanins within the range of 30.0–70.0 mg/100 g. Valuable genotypes with high levels of ascorbic acid (above 90.1 mg/100 g) were identified: cvs. 'Kokinskaya zarya', 'Lirovidnaya', 'Sudarushka' and 'Zephyr'. As for anthocyanins (above 90.1 mg/100 g), cvs. 'Alena', 'Istochnik', 'Pamyati Zubova', 'Privlecatelnaya', 'Rubinovy kulon', 'Torpeda' and 'Feyerverk', plus the elite seedling 56-5 ("Rubinovy kaskad"), showed the best results. The identified genotypes are of interest both for consumers, as they yield highly vitaminized fresh fruits, and for breeders as source material for the development of cultivars with improved chemical composition.

Keywords: chemical composition, bioactive substances, ascorbic acid, anthocyanins

Acknowledgements: This work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of Russia under Agreement No. 075-15-2021-1050 of Sept. 28, 2021 within the framework of the project entitled "National network collection of plant genetic resources for effective scientific and technical development of the Russian Federation in the sphere of genetic technologies".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Zhbanova E.V., Luk'yanchuk I.V. Description of the genetic collection of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) cultivars according to the components of their fruit antioxidant complex. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):32-42. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-32-42

Введение

Среди ягодных культур землянике садовой принадлежит ключевая роль. Согласно данным, опубликованным FAO STAT, в настоящее время валовый сбор плодов земляники превышает 2/3 объема мирового производства ягод. Крупнейшими мировыми производителями плодов земляники являются КНР (2,9 млн т) и США (1,3 млн т) (FAO STAT..., 2020). Существует более 20 видов и 600 сортов земляники, заметно различающихся по размеру, окраске, вкусу, аромату, химическому составу плодов (Hossain et al., 2016). В Государственный реестр селекционных достижений за 2020 г. (State Register..., 2020) включено 104 сорта земляники, рекомендуемых для промышленного возделывания на территории Российской Федерации. В США и странах ЕС в последние годы отмечается повышенный интерес к здоровому питанию и возросший спрос на плодую и ягодную продукцию. Привсем разнообразии плодов и ягод на рынке покупатели часто отдают предпочтение именно землянике. К странам с наибольшим потреблением плодов земляники на одного человека в год относятся: Турция (5,2 кг), Египет (4,9 кг), США (4,5 кг). В Российской Федерации, в сравнении с США и странами ЕС, этот показатель заметно (в 2,5–3,5 раза) ниже (<https://FruitNews.ru>).

Плоды земляники ценятся за десертный вкус, богатый химический состав и лечебно-профилактические свойства плодов, что позволило отнести данную культуру к категории «функциональная пища». На основе многочисленных медицинских исследований показано, что аскорбиновая кислота (витамин С), фолиевая кислота (витамин В₉), биофлавоноиды (витамин Р), минеральные вещества (К, Fe) и другие ценные соединения плодов земляники определяют профилактику окислительного стресса, воспалительных процессов, сердечно-сосудистых, нейродегенеративных заболеваний (болезни Паркинсона и Альцгеймера), некоторых видов рака, диабета 2-го типа, ожирения (Giampieri et al., 2012). Установлено, что плоды земляники характеризуются большим содержанием веществ с антиоксидантной способностью в сравнении с яблоками, персиками, виноградом, апельсинами и киви (Kevers et al., 2007).

Современные селекционные программы по землянике, разработанные в США, КНР, странах ЕС, ориентированы на создание новых сортов с улучшенными хозяйственно ценными (урожайность, размер плодов), качественными (плотность, содержание сахаров, органических кислот), органолептическими (цвет, аромат) характеристиками в сочетании с высокой адаптивностью и устойчивостью к заболеваниям (Mezzetti et al., 2016; Mezzetti et al., 2018).

Для новых создаваемых генотипов земляники предложено 12 критериев отбора: продуктивность; устойчивость (толерантность) к патогенам; адаптивность растений к местным условиям и системам возделывания; морфологические особенности строения растений, способствующие «легкому сбору» плодов; длительный период плодоношения; хорошие вкусовые качества плодов; крупноплодность; высокая плотность плодов; биодоступность микронутриентов; соответствие качества плодов потребителю; окраска плодов, которая обуславливает привлекательность свежих плодов и продуктов их переработки; обогащение плодов микронутриентами, содержание которых должно быть относительно стабильным в различных почвенно-климатических условиях и оказывать существенное влияние на здоровье че-

ловека (Diamanti et al., 2011). Таким критериям, как окраска плодов и обогащение их микронутриентами, в настоящее время уделяется большое внимание.

Особый интерес к землянике связан с высоким (до 100 мг/100 г) содержанием аскорбиновой кислоты в плодах, что позволяет рассматривать ее в качестве важного источника данного витамина в рационе человека. Чтобы квалифицироваться как «источник», соответствующий продукт должен содержать «значительные количества» витамина С. «Значительные количества» определяются как содержащие не менее 15% рекомендуемой суточной дозы витамина С на порцию 100 г продукта (Mezzetti et al., 2016; Mezzetti et al., 2018). Потребность в витамине С, установленная в разных странах, составляет от 45,0 до 110,0 мг/сутки. Рекомендуемая европейская дневная норма потребления для витамина С составляет 80 мг (Commission Directive..., 2008; Mezzetti et al., 2016); в Российской Федерации – 100 мг (Popova et al., 2021).

Погодные условия вегетационного периода оказывают значительное влияние на синтез отдельных биохимических веществ, в том числе витамина С. Проведенные ранее исследования (Zhbanova, 2014) показали, что прохладная, с умеренным количеством осадков во время роста и созревания плодов погода способствовала повышению содержания аскорбиновой кислоты. Критически высокие (или низкие) температуры воздуха, обильные осадки (или их отсутствие) в этот период оказывают противоположное влияние.

Помимо витамина С, плоды земляники являются богатым источником антоцианов, флавоноидов, фенольных кислот. Антоцианы – доминирующая группа полифенолов в плодах земляники. Антоцианы обуславливают не только окраску плодов, но и в значительной степени определяют их Р-витаминные и антиоксидантные свойства (Da Silva Pinto et al., 2008). Их суммарное количество и качественный состав имеют приоритетное значение при оценке пригодности сортов к технологической переработке и замораживанию. Установленная фармакологическая суточная доза антоцианов для взрослого человека составляет от 80 мг; адекватный уровень потребления – 50 мг, верхний допустимый уровень – 150 мг (MR 2.3.1.2432-08..., 2009). По содержанию антоцианов наблюдается весьма широкий диапазон варьирования, коррелирующий с окраской плодов – от 5 мг/100 г (белоплодные и сорта с розовой окраской: 'Абрикос', 'Белый лебедь', 'Ананасная белая', 'Pineberry', 'Anablanka' и др.) до 100 мг/100 г и более (сорта с темной окраской плодов: 'Belrubi', 'Black Prince', 'Black Swan', 'Darrow', 'Dover' и др.) (Zubov, 2004; Luk'yanchuk, Zhbanova, 2017). Накопление антоцианов в плодах земляники зависит преимущественно от генетических факторов и в меньшей степени – от погодных условий среды (Luk'yanchuk, Zhbanova, 2017).

Благодаря использованию современных методов хроматографии составлен специфический антоциановый профиль плодов для культуры земляники, включающий более 25 отдельных антоциановых пигментов. Характерной особенностью антоцианового профиля плодов данной культуры является преобладание пеларгонидин-3-глюкозида. Пеларгонидин-3(малонил)-глюкозид является вторым по распространенности антоцианом земляники. В меньшем количестве присутствует цианидин-3-глюкозид (Da Silva et al, 2007; Akimov et al, 2019; Dzhanezova et al., 2020; Sirijan et al., 2020). Пеларгонидин-3-глюкозид обеспечивает ярко-красный цвет плодов земляни-

ки, а цианидин-3-глюкозид определяет более темный красный цвет (Garzón, Wrolstad, 2002). Предпочтения потребителей, склоняющихся в сторону плодов земляники ярко-красного цвета, со временем косвенно привели к выбору сортов с пеларгонидин-3-глюкозидом в качестве основной формы антоциана, составляющей 70–90% от общего количества антоцианов (Thill et al., 2013). Однако именно создание витаминных темноокрашенных сортов с высоким суммарным содержанием антоцианов представляет актуальную задачу. В проведенных нами ранее исследованиях установлена высокая суммарная антиоксидантная активность плодов земляники в пределах 32,0–78,6 мг/100 г (в пересчете на галловую кислоту). Имеется корреляционная зависимость между накоплением в плодах антоцианов и суммарной антиоксидантной активностью плодов ($r = +0,56$). Прослеживается тенденция, когда сорта и формы, показавшие высокое накопление антоцианов ('Памяти Зубова', 'Фейерверк', 'Привлекательная'), характеризуются и высокой антиоксидантной активностью плодов (Zhbanova et al., 2019).

В Российской Федерации по каждой плодовой и ягодовой культуре разработаны, постоянно дополняются и уточняются параметры по накоплению важнейших питательных и биологически активных веществ. В плодах земляники современных промышленных сортов желательное содержание биологически активных веществ на следующем уровне: аскорбиновая кислота – более 80 мг/100 г; антоцианы – более 80 мг/100 г (Kulikov et al., 2020). Проведенный нами корреляционный анализ между содержанием аскорбиновой кислоты и антоцианов показал отсутствие связи между данными показателями: коэффициент корреляции (r) составил $-0,18$ (Zhbanova et al., 2019). Это указывает на то, что данные вещества накапливаются в плодах земляники независимо друг от друга, и это позволяет создавать новые сорта, сочетающие в одном генотипе высокий уровень накопления как витамина С, так и антоцианов.

При возрастающих требованиях, предъявляемых к новым сортам земляники с точки зрения пищевой и витаминной ценности плодов, необходима в каждой зоне

плодоводства и ягодоводства комплексная оценка сортового фонда по химическому составу, в особенности по накоплению соединений, отвечающих за антиоксидантные свойства плодов.

В работах отечественных и зарубежных авторов имеется информация о средних показателях накопления витамина С и антоцианов в плодах земляники и пределах их изменчивости:

содержание аскорбиновой кислоты – от 55,8 до 121,9 мг/100 г ($x_{cp.} = 76,3$ мг/100 г) (Makarkina, Pavel, 2017); от 37,4 до 72,2 мг/100 г ($x_{cp.} = 60,3$ мг/100 г) (Prichko, Germanova, 2010); от 40,1 до 85,3 мг/100 г ($x_{cp.} = 60,7$ мг/100 г) (Cordenunsi et al., 2002);

содержание антоцианов – от 0,5 до 82,6 мг/100 г ($x_{cp.} = 29,5$ мг/100 г) (Nowicka et al., 2018); от 25,8 до 75,4 мг/100 г ($x_{cp.} = 46,1$ мг/100 г) (Padula et al., 2013); от 16,0 до 107,0 мг/100 г ($x_{cp.} = 43,0$ мг/100 г) (Makarkina, Pavel, 2017); от 67,5 до 102,3 мг/100 г ($x_{cp.} = 82,3$ мг/100 г) (Prichko, Germanova, 2010); от 13,4 до 54,9 мг/100 г ($x_{cp.} = 33,8$ мг/100 г) (Cordenunsi et al., 2002).

Цель настоящего исследования состояла в оценке генетической коллекции сортов земляники в условиях Центрально-Черноземного региона по содержанию аскорбиновой кислоты и антоцианов в плодах, определению вариабельности и максимального уровня их накопления, ранжировании исследованных форм по данным показателям, выделении ценных высоковитаминных форм для свежего потребления и дальнейшей селекции на качество и улучшенный химический состав плодов.

Материалы и методы

В работе обобщены и проанализированы данные многолетних исследований (1994–2020 гг.) по содержанию важнейших компонентов антиоксидантного профиля плодов земляники (аскорбиновой кислоты и антоцианов) генетической коллекции, включающей интродуцированные сорта отечественной и зарубежной селекции, ряд перспективных элитных и отборных селекционных форм (табл. 1).

Таблица 1. Сорта земляники, изучавшиеся в Федеральном научном центре имени И.В. Мичурина (г. Мичуринск)

Table 1. Strawberry cultivars studied at the I.V. Michurin Federal Science Center (Michurinsk)

Группы изученных сортообразцов / Groups of the studied cultivar accessions	Перечень сортообразцов / List of cultivar accessions
сорта селекции ФНЦ имени И.В. Мичурина	Лакомая, Ласточка, Памяти Зубова, Праздничная, Привлекательная, Рубиновый кулон, Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Флора, Яркая
интродуцированные сорта отечественной селекции	Алена, Альфа, Амулет, Былинная, Горноуктусская, Гирлянда, Деданка, Зенит, Золушка, Избранница, Карнавал, Кокинская заря, Кокинская поздняя, Крымчанка 87, Кубата, Купчиха, Куйбышевская, Награда, Незнакомка, Олимпийская надежда, Славутич, Сударушка, Торпеда, Троицкая, Фестивальная, Царица, Царскосельская, Юниол
зарубежные сорта	Источник, Клубничная, Лебедушка, Лировидная, Львовская ранняя, Прысвята, Русановка, Фестивальная ромашка, Alba, Allstar, Amy, Aprisca, Arosa, Asia, Barlidaun, Brio, Bounty, Cardinal, Dukat, Elianny, Elsanta, Favetta, Galia Civ, Gigantella Maxim., Guardian, Holiday, Honeoye, Joly, Kama, Kamarosa, Karia, Karmen, Kimberly, Klery, Korona, Lord, Marmion, Marmolada, Marshall, Maryshka, Murano, Red Gauntlet, Robunda, Roxana, Samson, Selva, Senga Sengana, Scott, Tenira, Ternata, Tioga, Tokado, Tristar, Troubadour, Vima Ksima, Vima Rina, Vima Tarda, Vima Zanta, Zephyr
элитные сеянцы (эл. с.) и отборные формы (о. ф.)	эл. с. 35-5, эл. с. 56-5 («Рубиновый каскад»), эл. с. 613-30, эл. с. 750-30, о. ф. 922-67

Химические анализы плодов были проведены на базе лаборатории биохимии и пищевых технологий ФНЦ имени И.В. Мичурина согласно стандартным методикам. Образцы плодов отбирали в период массового созревания.

Содержание в плодах витамина С определяли титриметрическим (йодометрическим) методом, который заключается в титровании аскорбиновой кислоты йодатом калия (KJO₃) в кислой среде в присутствии йодида калия (KI), что позволяет именно у темноокрашенных ягодных культур, в том числе земляники, лучше определить момент окончания титрования. Объективное и достаточно точное определение точки окончания титрования без вмешательства человека, независимо от количественного содержания антоциановых пигментов в вытяжке, было достигнуто за счет применения в анализах автоматического титратора G20S серии Titration Compact (METTLER TOLEDO, Швейцария).

Содержание антоцианов определяли методом рН-дифференциальной спектрофотометрии, при котором измерение оптической плотности раствора проводится при рН 1,0 и рН 4,5 и длинах волн 510 и 700 нм. Измерения показаний оптической плотности проводили на спектрофотометре Genesys 10S Uv-Vis (США). Молярный коэффициент экстинкции (ϵ) цианидин-3-глюкозида составляет 26 900 дм³ моль⁻¹ см⁻¹; молекулярная масса цианидин-3-глюкозида – 449,2 г/моль (Ermakov et al., 1987; R 4.1.1672-03..., 2004). Данные по содержанию витамина С и антоцианов приведены в мг/100 г из расчета на сырой вес плодов.

Полученные многолетние опытные данные обрабатывали соответствующими методами математической статистики с использованием программы Microsoft Office Excel 2016.

Результаты и обсуждение

По итогам анализа многолетних исследований большого массива образцов определено среднее накопление витамина С в плодах земляники в условиях Центрально-Черноземного региона (Мичуринск) в количестве 66,7 ± 1,33 мг/100 г; антоцианов – 50,6 ± 2,18 мг/100 г (табл. 2).

Наименьшее выявленное за годы исследований количество витамина С в плодах составило 27,8 мг/100 г ('SengaSengana', Германия), наибольшее – 125,4 мг/100 г

('Zephyr', Дания). Интервал (Δ) между минимальным и максимальным значением признака в исследованной группе сортов составил 97,6 мг/100 г. По окраске плодов, а следовательно, и по содержанию антоцианов, в коллекции исследованных сортообразцов также наблюдался значительный полиморфизм. Минимальное за годы исследований накопление антоцианов (3,6 мг/100 г) обнаружено у сорта 'Лебедушка' (Украина), максимальное – 171,6 мг/100 г ('Рубиновый кулон', Россия, ФНЦ им. И.В. Мичурина). По содержанию антоцианов интервал (Δ) между минимальным и максимальным значением признака у исследованных образцов достигал еще большей величины – 168,0 мг/100 г. Таким образом, показано, что важнейшие химические показатели, такие как содержание аскорбиновой кислоты и антоцианов, обладают значительной степенью изменчивости.

Это позволило среди большого массива исследованных сортов отобрать генотипы с высоким накоплением данных биологически ценных компонентов.

Л. И. Вигоровым при обобщении информации по С-витаминности плодов земляники для 500 образцов в различных регионах бывшего СССР было определено среднее содержание в количестве 60 мг/100 г. Сорта, содержащие 40 мг/100 г витамина С, оценивались им как низковитаминные, 60 мг/100 г – средневитаминные, 80 мг/100 г – высоковитаминные, 100 мг/100 г и более – особенно витаминные (Vigorov, 1976). В классификаторе рода *Fragaria* L. (Mazhorov, Korneychuk, 1992) предложена градация по содержанию витамина С в плодах земляники, где низкий уровень накопления составляет менее 50,0 мг/100 г; средний – от 50,1 до 90,0 мг/100 г; высокий – выше 90,1 мг/100 г.

Проведенный анализ генетической коллекции показал, что большая часть (85,6%) изученных сортов входят в группу со средним содержанием аскорбиновой кислоты (50,1–90,0 мг/100 г) (табл. 3).

Процентное соотношение сортов с низким (менее 50,0 мг/100 г) и высоким (90,1 мг/100 г и выше) содержанием витамина С составило соответственно 10,3% и 4,1%. Наибольшее (свыше 90,1 мг/100 г) накопление витамина С отмечено у сортов 'Кокинская заря', 'Лировидная', 'Сударушка', 'Zephyr', которые в наибольшей степени соответствуют требованиям современных селекционных программ по данному показателю. Следует

Таблица 2. Вариабельность накопления аскорбиновой кислоты и антоцианов в плодах земляники, 1994–2020 гг. (Центрально-Черноземный регион, Мичуринск)

Table 2. Variability in the accumulation of ascorbic acid and anthocyanins in strawberry fruits, 1994–2020 (Michurinsk, Central Black Earth Region)

Показатель / Indicator	Витамин С, мг/100 г сырого веса плодов / Vitamin C, mg/100 g fresh fruit weight	Антоцианы, мг/100 г сырого веса плодов / Anthocyanins, mg/100 g fresh fruit weight
Среднее (\bar{x})	66,7	50,6
Стандартная ошибка $S_{(\bar{x})}$	1,33	2,18
Минимум	27,8	3,6
Максимум	125,4	171,6
Интервал(Δ)	97,6	168,0

Таблица 3. Распределение сортов земляники, изучавшихся в Федеральном научном центре имени И.В. Мичурина (1994–2020 гг.), по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах**Table 3. Distribution of strawberry cultivars studied at the I.V. Michurin Federal Science Center (1994–2020) according to ascorbic acid content in fruits**

Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г сырого веса плодов / Ascorbic acid content, mg/100 g fresh fruit weight		
≤ 50,0	50,1 – 90,0	> 90,1
Былинная, Источник, Карнавал, Крымчанка 87, Лебедушка, Троицкая, Юниол, Elianny, Karia, Senga Sengana	Алена, Альфа, Амулет, Гирлянда, Горноуктусская, Деданка, Золушка, Зенит, Избранница, Кама, Kamarosa, Кокинская поздняя, Клубничная, Кубата, Куйбышевская, Купчиха, Лакомая, Ласточка, Львовская ранняя, Награда, Незнакомка, Олимпийская надежда, Памяти Зубова, Праздничная, Привлекательная, Прысвята, Рубиновый кулон, Русановка, Славутич, Торпеда, Урожайная ЦГЛ, Фестивальная, Фестивальная ромашка, Фейерверк, Флора, Царица, Царскосельская, Яркая, Alba, Allstar, Amy, Aprica, Arosa, Asia, Barlidaun, Brio, Bounty, Cardinal, Dukat, Elsanta, Favetta, Galia Civ, Gigantella Maxim., Guardian, Holiday, Honeoye, Joly, Karmen, Kimberly, Klery, Korona, Lord, Marmon, Marmolada, Marshall, Maryshka, Murano, Robunda, Roxana, Red Gauntlet, Samson, Selva, Scott, Tenira, Ternata, Tioga, Tokado, Tristar, Troubadour, Vima Ksima, Vima Rina, Vima Tarda, Vima Zanta	Кокинская заря, Лировидная, Сударушка, Zephyr
<i>Процентное соотношение</i>		
10,3%	85,6%	4,1%

выделить в качестве источников повышенного накопления аскорбиновой кислоты (от 74,9 до 89,3 мг/100 г) сорта 'Гирлянда', 'Горноуктусская', 'Купчиха', 'Львовская ранняя', 'Памяти Зубова', 'Привлекательная', 'Русановка', 'Торпеда', 'Фестивальная ромашка', эл. с. 56-5 («Рубиновый каскад»).

А. А. Зубов, рассматривая перспективы селекционной работы на улучшение качества и химического состава плодов земляники, отмечал, что большую ценность для свежего потребления, а также для переработки представляют сорта с уровнем накопления антоцианов выше 50,0 мг/100 г (Zubov, 2004). В классификаторе рода *Fragaria* L. (Mazhorov, Korneychuk, 1992) разработанная группировка генотипов земляники по уровню накопления антоцианов в плодах отсутствует. Принимая за единицу градации признака 20,0 мг/100 г, нами предложено ранжирование генотипов земляники по содержанию антоцианов в плодах (табл. 4).

Согласно представленной градации, в исследованной коллекции сортов на долю светлоокрашенных форм с очень низким (ниже 30,0 мг/100 г) накоплением антоцианов приходится 13,4% (табл. 5).

По накоплению антоцианов основная масса (85,6%) исследованных сортов включена в первые три группы

(очень низкое, низкое и среднее содержание), то есть до 70,0 мг/100 г. Количество сортов в четвертой группе с высоким содержанием антоцианов (в пределах 70,1–90,0 мг/100 г) и в пятой группе с очень высоким содержанием антоцианов (90,1 мг/100 г и более) составило по 7,2% соответственно. Ряд современных зарубежных сортов: 'Alba', 'Arosa', 'Aprica', 'Galia Civ', 'Karia', 'Roxana', 'Ternata', 'Tristar', 'Vima Rina', входящие в первую группу, имеют очень низкий уровень содержания антоцианов (менее 30,0 мг/100 г). Следует выделить ряд сортов селекции ФНЦ имени И.В. Мичурина: 'Памяти Зубова', 'Привлекательная', 'Рубиновый кулон', 'Фейерверк', входящих в группу с очень высоким накоплением данных соединений. Примечательно, что получены они при использовании в гибридизации сорта 'Senga Sengana', являющегося ценным донором по данному признаку (рисунок). Проведенные ранее исследования (Luk'yanchuk, Zhbanova, 2017) показали, что сорт 'Привлекательная' является донором высокого содержания антоцианов, 'Львовская ранняя' – аскорбиновой кислоты.

Как видно из таблицы 6, полученные в ФНЦ имени И.В. Мичурина сорта и элитные формы земляники представляют интерес в качестве ценных источников витаминов С и Р.

Таблица 4. Ранжирование генотипов земляники по содержанию антоцианов в плодах
Table 4. Ranking of strawberry genotypes according to the content of anthocyanins in fruits

Ранг / Rank	Содержание антоцианов, мг/100 г сырого веса плодов / Anthocyanin content, mg/100 g fresh fruit weight
очень низкое	< 30,0
низкое	30,1 – 50,0
среднее	50,1 – 70,0
высокое	70,1 – 90,0
очень высокое	> 90,1

Таблица 5. Распределение сортов земляники, изучавшихся в Федеральном научном центре имени И.В. Мичурина (1994–2020), по содержанию антоцианов в плодах

Table 5. Distribution of strawberry cultivars studied at the I.V. Michurin Federal Science Center (1994–2020) according to the content of anthocyanins in fruits

Содержание антоцианов, мг/100 г сырого веса плодов / Anthocyanin content, mg/100 g fresh fruit weight				
< 30,0	30,1–50,0	50,1–70,0	70,1–90,0	> 90,1
Былинная, Лебедушка, Олимпийская надежда, Троицкая, Alba, Arosa, Aprica, Galia Civ, Karia, Roxana, Ternata, Tristar, Vima Rina	Альфа, Горноуктусская, Избранница, Кокинская заря, Куйбышевская, Ласточка, Львовская ранняя, Награда, Праздничная, Присвята, Русановка, Сударушка, Урожайная ЦГЛ, Фестивальная, Фестивальная ромашка, Царскосельская, Яркая, Аму, Asia, Barlidaun, Bounty, Cardinal, Elianny, Elsanta, Guardian, Holiday, Honeoye, Kamarosa, Kimberly, Klery, Lord, Marmolada, Murano, Red Gauntlet, Robunda, Selva, Tenira, Vima Ksima, Vima Zanta, Zephyr	Амулет, Гирлянда, Зенит, Золушка, Карнавал, Клубничная, Кубата, Купчиха, Лакомая, Лировидная, Незнакомка, Славутич, Флора, Юниол, Царица, Allstar, Brio, Dukat, Favetta, Joly, Kama, Karmen, Korona, Marmion, Maryska, Samson, Scott, Tioga, Trubadour, Vima Tarda	Деданка, Кокинская поздняя, Крымчанка 87, Gigantella Maxim, Marsall, Senga Sengana, Tokado	Алена, Источник, Памяти Зубова, Привлекательная, Рубиновый кулон, Торпеда, Фейерверк
<i>Процентное соотношение</i>				
13,4%	41,3%	30,9%	7,2%	7,2%



Рисунок. Происхождение некоторых перспективных сортов, элитных и отборных форм земляники
Figure. Pedigrees of some promising strawberry cultivars and new elite forms

Таблица 6. Содержание аскорбиновой кислоты и антоцианов в плодах перспективных сортов и элитных форм земляники селекции ФНЦ имени И.В. Мичурина

Table 6. The content of ascorbic acid and anthocyanins in the fruits of promising strawberry cultivars and elite forms developed at the I.V. Michurin Federal Science Center

Сорта, отборные и элитные формы / Cultivars, selected and elite forms	Витамин С, мг/100 г сырого веса плодов / Vitamin C, mg/100 g fresh fruit weight		Антоцианы, мг/100 г сырого веса плодов / Anthocyanins, mg/100 g fresh fruit weight	
	Среднее / Пределы варьирования / Mean / Limits of variation	Коэффициент вариации V, % / Coefficient of variation V, %	Среднее / Пределы варьирования / Mean / Limits of variation	Коэффициент вариации V, % / Coefficient of variation V, %
Рубиновый кулон	$55,7 \pm 2,77$ 27,7–88,9	25,8	$103,1 \pm 5,82$ 79,4–171,6	21,8
Лакомая	$59,3 \pm 3,44$ 49,3–78,3	16,4	$68,1 \pm 4,76$ 57,2–81,4	17,1
Привлекательная	$78,5 \pm 3,28$ 50,6–116,2	20,0	$101,6 \pm 5,15$ 65,9–154,0	23,2
Фейерверк	$52,7 \pm 1,93$ 38,7–76,9	18,7	$107,8 \pm 3,29$ 70,4–136,4	13,7
Флора	$65,0 \pm 2,52$ 59,0–76,1	9,5	$74,2 \pm 4,33$ 60,4–86,8	14,3
Памяти Зубова	$75,3 \pm 5,15$ 51,9–85,8	16,8	$91,6 \pm 10,96$ 70,1–105,9	20,7
Ласточка	$56,1 \pm 3,19$ 46,7–60,3	11,4	$44,0 \pm 4,06$ 34,2–52,2	18,5
эл. с. 35-5	$63,5 \pm 4,01$ 51,9–76,1	14,1	$62,1 \pm 5,59$ 42,5–73,4	20,1
эл. с. 56-5 («Рубиновый каскад»)	$89,3 \pm 7,08$ 75,2–103,0	15,8	$105,6 \pm 12,70$ 83,6–127,6	20,8
эл. с. 613-30	$55,3 \pm 4,67$ 49,3–64,5	14,6	$91,7 \pm 11,38$ 79,2–114,4	21,5
о. ф. 922-67	$68,9 \pm 4,95$ 64,0–73,9	–	$84,7 \pm 1,10$ 83,6–85,8	–

Заключение

Представлена развернутая оценка генетической коллекции сортов земляники в условиях Центрально-Черноземного региона (Мичуринск) по накоплению аскорбиновой кислоты и антоцианов в плодах. Определены средние значения и интервалы варьирования данных химических компонентов. По содержанию аскорбиновой кислоты среднее значение (\bar{x}) составило 66,7 мг/100 г, пределы варьирования – 30,1–102,3 мг/100 г; по содержанию антоцианов среднее значение (\bar{x}) составило 50,6 мг/100 г, пределы варьирования – 3,6–124,5 мг/100 г.

Проведено ранжирование изученных сортов по накоплению в плодах витамина С (на 3 группы) и антоцианов (на 5 групп). Большая часть (85,6%) исследованных сортов включена в группу «среднее содержание витамина С» (от 50,1 до 90,0 мг/100 г). Количество сортов в группе с низким (менее 50,0 мг/100 г) накоплением витамина С составило 10,3%, с высоким (выше 90,1 мг/100 г) – 4,1%. Согласно предложенной нами градации по содержанию в плодах земляники антоцианов, основная масса (85,6%) исследованных сортов вошла в первые три группы (очень низкое, низкое и среднее содержание), то есть до 70,0 мг/100 г. Сорта с высоким (70,1–90,0 мг/100 г) и очень высоким (90,1 мг/100 г и более) содержанием антоцианов составляли в количественном отношении соответственно по 7,2%.

На основе скрининга сортов выделены ценные генотипы земляники с высоким накоплением биологически активных веществ. Наибольшее (выше 90,1 мг/100 г) накопление аскорбиновой кислоты выявлено у сортов 'Сударушка', 'Кокинская заря', 'Лировидная', 'Zephyr'. Сорта селекции ФНЦ имени И.В. Мичурина 'Привлекательная', 'Рубиновый кулон', 'Фейерверк' характеризуются стабильно высоким (более 100 мг/100 г, по среднеголетним данным) уровнем накопления антоцианов в плодах. Также высоким уровнем содержания антоцианов отличаются сорта 'Лакомая', 'Памяти Зубова', 'Флора', 'Источник', 'Алена', 'Торпеда', эл. с. 56-5 («Рубиновый каскад»).

Полученные данные имеют большое значение для характеристики культуры земляники в конкретном (Центрально-Черноземном) регионе выращивания по наиболее значимым компонентам антиоксидантного комплекса плодов и выделения ценных сортов и селекционных форм как источников высоковитаминной ягодной продукции, а также в качестве исходного материала в селекционной работе.

References / Литература

Akimov M.Yu., Zhanova E.V., Makarov V.N., Perova I.B., Shevyakova L.V., Vrzhesinskaya O.A. et al. Nutrient value of fruit in promising strawberry varieties. *Problems of Nutrition*. 2019;88(2):64-72. [in Russian] (Акимов М.Ю., Жбанова Е.В., Макаров В.Н., Перова И.Б., Шевякова Л.В., Вржесинская О.А. и др. Пищевая ценность плодов перспективных сортов земляники. *Вопросы питания*. 2019;88(2):64-72). DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10019

Commission Directive 2008/100/EC of 28 October 2008 amending Council Directive 90/496/EEC on nutrition labelling for foodstuffs as regards recommended daily allowance, energy conversion factors and definitions. *Official Journal of the European Union*. 2008;1/285:9-12. Available from: https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Dir2008_100.pdf [accessed Dec. 12, 2021].

Cordenunsi B.R., Oliveira do Nascimento J.R., Genovese M.I., Lajolo F.M. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002;50(9):2581-2586. DOI: 10.1021/jf011421i

Da Silva F.L., Escribano-Bailón M.T., Pérez Alonso J.J., Rivas-Gonzalo J.C., Santos-Buelga C. Anthocyanin pigments in strawberry. *LWT – Food Science and Technology*. 2007;40(2):374-382. DOI: 10.1016/j.lwt.2005.09.018

Da Silva Pinto M., Lajolo F.M., Genovese M.I. Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.). *Food Chemistry*. 2007;107(4):1629-1635. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.10.038

Diamanti J., Battino M., Mezzetti B. Breeding for fruit nutritional and nutraceutical quality. In: M.A. Jenks P.J. Bebeli (eds). *Breeding for Fruit Quality*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.; 2011. p.61-79. DOI: 10.1002/9780470959350

Dzhanfezova T., Barba-Espín G., Müller R., Joernsgaard B., Hegelund J.N., Madsen B. et al. Anthocyanin profile, antioxidant activity and total phenolic content of a strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) genetic resource collection. *Food Bioscience*. 2020;36:100620. DOI: 10.1016/j.fbio.2020.100620

Ermakov A.I. (ed.). *Methods of biochemical research on plants (Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy)*. Leningrad; 1987. [in Russian] (Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. Ленинград; 1987).

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations: [site]. Available from: <https://www.fao.org/faostat/en>

FruitNews: [site]. URL: <https://fruitnews.ru/analytics/49610-indexbox-mirovoj-rynok-zemlyaniki-vstoimostnom-vyrazhenii-dostig-15-9-mlrd.html> [дата обращения 12.02.2021].

Garzón G.A., Wrolstad R.E. Comparison of the stability of pelargonidin-based anthocyanins in strawberry juice and concentrate. *Journal of Food Science*. 2020;67(4):1288-1299. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb10277.x

Giampieri F., Tulipani S., Alvarez-Suarez J.M., Quiles J.L., Mezzetti B., Battino M. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*. 2012;28(1):9-19. DOI: 10.1016/j.nut.2011.08.009

Hossain A., Begum P., Zannat S., Rahman M.H., Ahsan M., Islam S.N. Nutrient composition of strawberry genotypes cultivated in a horticulture farm. *Food Chemistry*. 2016;199:648-652. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.12.056

Kevers C, Falkowski M., Tabart J., Defraigne J.O., Dommes J., Pincemail J. Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007;55(21):8596-603. DOI: 10.1021/jf071736j

Kulikov I.M., Aytzhanova S.D., Andronova N.V., Borisova A.A., Tumaeva T.A. A model of a commercial strawberry variety for the conditions of central Russia. *Horticulture and Viticulture*. 2020;(3):5-10. [in Russian] (Куликов И.М., Айтжанова С.Д., Андропова Н.В., Борисова А.А., Тумаева Т.А. Модель промышленного сорта земляники садовой для условий средней полосы России. *Садоводство и виноградарство*. 2020;(3):5-10). DOI: 10.31676/0235-2591-2020-3-5-10

Luk'yanchuk I.V., Zhanova E.V. Estimation of genetic collection for anthocyanin content in strawberry fruits. *Tomsk State University Journal of Biology*. 2017;(38):134-148. [in Russian] (Лукьянчук И.В., Жбанова Е.В. Оценка генетической коллекции земляники по содержанию

- в плодах антоцианов. *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2017;(38):134-148. DOI: 10.17223/19988591/38/8
- Makarkina M.A., Pavel A.R. Biologically active substances in strawberry berries grown in Orel region. *Contemporary Horticulture*. 2017;2(22):10-16. [in Russian] (Макаркина М.А., Павел А.Р. Биологически активные вещества в ягодах земляники, выращенной в условиях Орловской области. *Современное садоводство*. 2017;2(22):10-16). DOI: 10.24411/2218-5275-2017-00021
- Mazhorov E.V., Korneychuk V.A. (comp.), Classifier (Codifier, Descriptor list) of the genus *Fragaria* L. – Strawberries. (Klassifikator [Kodifikator, Descriptor list] roda *Fragaria* L. – Zemlyanika). St. Petersburg: VIR; 1992. [in Russian] (Классификатор (Кодификатор, Descriptor list) рода *Fragaria* L. – Земляника / сост.: Е.В. Мажоров, В.А. Корнейчук. Санкт-Петербург: ВИР; 1992).
- Mezzetti B., Balducci F., Capocasa F., Zong C.F., Di Vittori L., Battino M. Breeding strawberry for higher phytochemicals content and claim it: Is it possible? *International Journal of Fruit Science*. 2016;16(1):194-206. DOI: 10.1080/15538362.2016.1250695
- Mezzetti B., Giampieri F., Zhang Y.T., Zong C.F. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world. *Journal of Berry Research*. 2018;8(3):205-221. DOI: 10.3233/jbr-180314
- MR 2.3.1.2432-08 Guidelines "Norms of physiological requirements in energy and nutrients for different groups of population in the Russian Federation" (Metodicheskie rekomendatsii MR 2.3.1.2432-08 "Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii"). Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of the Russian Federal Service on Customers' Rights; 2009. [in Russian] (Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»). Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2009).
- Nowicka A., Kucharska A.Z., Sokół-Łętowska A., Fecka I. Comparison of polyphenol content and antioxidant capacity of strawberry fruit from 90 cultivars of *Fragaria × ananassa* Duch. *Food Chemistry*. 2018;270:32-46. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.07.015
- Padula M.C., Lepore L., Milella M., Ovesna J., Malafrente N., Martelli G. et al. Cultivar based selection and genetic analysis of strawberry fruits with high levels of health promoting compounds. *Food Chemistry*. 2013;140(4):639-646. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.11.025
- Popova A.Yu., Tutelyan V.A., Nikityuk D.B. On the new (2021) norms of physiological requirements in energy and nutrients of various groups of the population of the Russian Federation. *Problems of Nutrition*. 2021;90(4):6-19. [in Russian] (Попова А.Ю., Тутельян В.А., Никитюк Д.Б. О новых (2021) нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. *Вопросы питания*. 2021;90(4):6-19). DOI: 10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19
- Prichko T.G., Germanova M.G. Comparative evaluation of biochemical composition of strawberries in the south of Russia. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2010;2(1):107-113. [in Russian] (Причко Т.Г., Германова М.Г. Сравнительная оценка биохимического состава ягод земляники в условиях юга России. *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2010;2(1):107-113).
- R 4.1.1672-03 Guide on methods of quality control and safety of biologically active additives in food (Rukovodstvo po metodam kontrolya kachestva i bezopasnosti biologicheskikh aktivnykh dobavok k pishche). Moscow: Federal Center for State Epidemiological Supervision of the Russian Ministry of Health; 2004. [in Russian] (Р 4.1.1672-03 Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России; 2004).
- Sirijan M., Pipattanawong N., Saeng-on B., Chaiprasart P. Anthocyanin content, bioactive compounds and physico-chemical characteristics of potential new strawberry cultivars rich in anthocyanins. *Journal of Berry Research*. 2020;10(1):1-14. DOI: 10.3233/jbr190487
- State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Vol. 1. "Plant varieties" (official publication). Moscow: Rosinformagrotekh; 2020. [in Russian] (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). Москва: Росинформагротех; 2020). URL: https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2020/03/FIN_reestr_dop_12_03_2020.pdf [дата обращения: 17.03.2021].
- Thill J., Miosic S., Gotame T.P., Mikulic-Petkovsek M., Gosch C., Veberic R. et al. Differential expression of flavonoid 3'-hydroxylase during fruit development establishes the different B-ring hydroxylation patterns of flavonoids in *Fragaria × ananassa* and *Fragaria vesca*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2013;72:72-78. DOI: 10.1016/j.plaphy.2013.03.019
- Vigorov L.I. The garden of medicinal crops (Sad lechebnykh kultur). Sverdlovsk: Middle-Ural Book Publishers; 1976. [in Russian] (Вигоров Л.И. Сад лечебных культур. Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство; 1976).
- Zhbanova E.V. Dependence of the chemical composition of strawberries on the weather conditions of the growing season (Zavisimost khimicheskogo sostava yagod zemlyaniki ot pogodnykh usloviy perioda vegetatsii). *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2014;38(1):150-157. [in Russian] (Жбанова Е.В. Зависимость химического состава ягод земляники от погодных условий периода вегетации. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2014;38(1):150-157).
- Zhbanova E.V., Luk'yanchuk I.V., Mironov A.M. Vitamin and antioxidant value of fruits of strawberry varieties and selected forms bred in I.V. Michurin Federal Scientific Center. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2019;(6):36-48. [in Russian] (Жбанова Е.В., Лукьянчук И.В., Миронов А.М. Витаминная и антиоксидантная ценность плодов сортов и отборных форм земляники селекции ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2019;(6):36-48). DOI: 10.34677/0021-342x-2019-6-36-48
- Zubov A.A. Theoretical foundations of strawberry breeding (Teoreticheskiye osnovy seleksii zemlyaniki). Michurinsk: I.V. Michurin All-Russian Research Institute of Fruit Crop Genetics and Breeding; 2004. [in Russian] (Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск: ВНИИГиСПР; 2004).

Информация об авторах

Екатерина Викторовна Жбанова, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, 393774 Россия, Тамбовская область, Мичуринск, ул. Мичурина, 30, shbanovak@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5045-384X>

Ирина Васильевна Лукъянчук, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, 393774 Россия, Тамбовская область, Мичуринск, ул. Мичурина, 30, irina.lk2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1626-840X>

Information about the authors

Ekaterina V. Zhbanova, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, I.V. Michurin Federal Science Center, 30 Michurina St., Michurinsk, Tambov Province 393774, Russia, shbanovak@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5045-384X>

Irina V. Luk'yanchuk, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, I.V. Michurin Federal Science Center, 30 Michurina St., Michurinsk, Tambov Province 393774, Russia, irina.lk2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1626-840X>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 24.02.2022; одобрена после рецензирования 25.03.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 24.02.2022; approved after reviewing on 25.03.2022; accepted for publication on 03.06.2022.



Перспективные образцы облепихи для механизированной уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей

Ю. А. Зубарев, А. В. Гунин, Е. И. Пантелеева, А. В. Воробьева

Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Васильевич Гунин, alexeygunin@yandex.ru

Актуальность. Облепиха (*Hipporhae rhamnoides* L.) является ведущей ягодной культурой в садоводстве Алтайского края и занимает первое место по площадям выращивания ягодников в России. Однако потенциал увеличения площадей под культурой ограничен трудоемкостью уборки урожая. В этой связи назрела необходимость поиска технологических решений механизации уборки урожая. Одним из перспективных способов является срезка плодоносящих ветвей. При этом важным аспектом является создание генотипов, пригодных к этому способу уборки.

Материалы и методы. Объекты исследований – 13 сортов и отборных форм облепихи селекции Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий. Для оценки элементов продуктивности волчков ветвей с каждого образца нарезали три ветви длиной 70–100 см. Усилие отрыва плодов оценивали прибором «Дина-2». Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа.

Результаты. Изучены продуктивность волчковых ветвей и хозяйственно-биологические характеристики плодов образцов облепихи. Выделены образцы (87-93-1, 111-05-3, 378-06-1) с высоким уровнем продуктивности волчковых ветвей и преобладанием генеративной части над вегетативной. Максимальное количество плодов из одной почки (5,4–5,9 шт.) формируют образцы 87-93-4, 32-01-1, 378-06-1 и 111-05-3. Сорт 'Афина' выделен за высокий уровень вегетативной и генеративной продуктивности. Отборные формы 111-05-3, 32-01-1, 4-93-11 с низким усилием отрыва плодов (136,8–155,1 г) перспективны для стряхивания без предварительной заморозки.

Заключение. Перспективными образцами для уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей следует считать отборные формы 111-05-3, 378-06-1 и 32-01-1.

Ключевые слова: *Hipporhae rhamnoides* L., сорт, технология возделывания, масса плода, волчковый побег, продуктивность, усилие отрыва плодов, длина плодоножки, вкус плодов

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ согласно тематическому плану Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий (тема № 121112900046-9 «Создание новых генотипов плодовых, ягодных и декоративных культур, превосходящих существующие аналоги по хозяйственно ценным признакам и обеспечивающие высокий уровень продуктивности в условиях постоянно изменяющейся окружающей среды, на основе использования современных селекционных методов в работе с исходным материалом»).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Зубарев Ю.А., Гунин А.В., Пантелеева Е.И., Воробьева А.В. Перспективные образцы облепихи для механизированной уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):43-50. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-43-50

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-43-50

Sea buckthorn cultivars promising for mechanized harvesting by cutting fruit-bearing branches

Yury A. Zubarev, Alexey V. Gunin, Elizaveta I. Panteleeva, Anastasia V. Vorobyeva

*Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul, Russia***Corresponding author:** Alexey V. Gunin, alexeygunin@yandex.ru

Background. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) is the main berry crop in the horticultural production of Altai Territory and occupies the largest growing area among berries in Russia. Meanwhile, further expansion of commercial plantations is limited by known bottlenecks in harvesting. In this context, new technological solutions in harvest mechanization are considered one of the primary tasks. A promising way is the cutting of fruit-bearing branches. At the same time, the development of cultivars suitable for such harvesting technique is very important.

Materials and methods. Thirteen cultivars and selected forms of sea buckthorn developed at the Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies were taken as research material. To evaluate the productivity of top branches, three of them with a length of 70–100 cm were cut from the plants of each accession. Fruit detachment force was assessed using a Dina-2 device. Dispersion analysis was applied for statistical interpretation.

Results. Productivity of top branches as well as agronomic and biological characteristics of sea buckthorn fruits were studied. Accessions 87-93-1, 111-05-3 and 378-06-1 were identified for high productivity of their top branches and for predomination of the generative part over the vegetative one. The highest number of berries per bud (5.4–5.9 pieces) was observed in accessions 87-93-4, 32-01-1, 378-06-1 and 111-05-3. Cv. 'Afina' demonstrated for its high level of vegetative and generative productivity. Selected forms 111-05-3, 32-01-1 and 4-93-11 with low fruit detachment force (136.8–155.1 g) are promising for shaking without prior freezing.

Conclusion. Selected forms 111-05-3, 378-06-1 and 32-01-1 were recognized as most promising for harvesting by branch cutting.

Keywords: *Hippophae rhamnoides* L., cultivar, cultivation practice, berry weight, top branches, productivity, fruit detachment force, peduncle length, fruit taste

Acknowledgements: the research was carried out in the framework of the State Task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in accordance to the theme plan of the Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies (theme No. 121112900046-9 "Development of new genotypes of fruit, berry and ornamental crops, surpassing existing analogues in useful agronomic traits and ensuring high productivity levels in the changing environment, by using state-of-the-art breeding methods in the work with source material").

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Zubarev Y.A., Gunin A.V., Panteleeva E.I., Vorobyeva A.V. Sea buckthorn cultivars promising for mechanized harvesting by cutting fruit-bearing branches. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):43-50. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-43-50

Введение

В настоящее время облепиха (*Hippophae rhamnoides* L.) является ведущей ягодной культурой в садоводческой отрасли Алтайского края. Согласно официальной статистике (Koziy, 2020), она занимает первое место не только в Алтайском крае, но и в России по площадям выращивания ягодников. Однако потенциал существенно увеличился площадей под культурой ограничен, в первую очередь по причине трудоемкости уборки урожая (Fu et al., 2014; Fu et al., 2016). В этой связи на современном этапе особенно остро стоит вопрос, связанный с необходимостью поиска технологических решений механизации уборки урожая облепихи.

Подходов к решению данной задачи наметилось достаточно много. Наиболее очевидным из них является вибрационный способ уборки. Вопросами прямого комбайнирования очень активно занимались в НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко (в настоящее время отдел НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко Федерального Алтайского научного центра агроботаники – НИИСС ФГБНУ ФАНЦА). В ряде работ (Levin et al., 2009; Khabarov, Kanarskii, 2016) показана теоретическая возможность такого способа уборки урожая. На основе исследований технической составляющей вопроса разработаны исходные требования на проектирование самоходного комбайна (Bartenev, Nabarov, 2012). Однако дальнейшее изучение этой технологии выявило большое количество узких мест, прежде всего низкую жизнеспособность растений после нескольких циклов уборки урожая. После многолетних исследований сделаны выводы о малой перспективности такого типа уборки.

Вторым подходом стала разработка технических средств для стряхивания плодов методом захвата плодоносящих ветвей. Значительные результаты в этом направлении достигнуты зарубежными конструкторами, в частности китайскими (Fu et al., 2014; Fu et al., 2016), эстонскими (Univer et al., 2014) и канадскими (Mann et al., 2001; Chagnon et al., 2009). Однако массивность этих устройств не позволяет использовать их на протяжении длительного времени, что ограничивает масштабное применение этого подхода в промышленном садоводстве.

Кардинальным решением рассматриваемой задачи явился переход от стряхивания непосредственно ветвей у куста к срезке плодоносящих ветвей и отряхивание их на отдельных стационарных установках. В частности, в Германии фирма Kranemann разработала специальный комбайн, обеспечивающий механизированную срезку ветвей и предварительную их подготовку к транспортировке (Nöhne, 2015). В Шведском институте сельскохозяйственных наук также разрабатывалась и тестировалась машина для срезки и обмолаа плодов облепихи (Olander, 2012). Однако основным способом является срезка ветвей вручную либо специальными механизмами и дальнейшая их транспортировка к месту обмолаа плодов.

Интересный подход к уборке облепихи методом срезки плодоносящих ветвей предложен латвийскими специалистами. Он предполагает, в отличие от двухгодичного цикла, принятого для немецкой технологии, четырехгодичный цикл срезки (Brūvelis, 2015).

Первые попытки изучить пригодность сортов алтайской селекции к описанным выше технологиям предприняты совсем недавно. Ряд авторов (Nabarov, Kanarsky,

2013; Makarychev, Kanarskiy, 2019) изучили пригодность сорта 'Чечек' к уборке методом срезки плодоносящих ветвей и показали эффективность определенных способов формирования растений.

При этом следует отметить, что целенаправленной оценки гибридного фонда облепихи НИИСС ФГБНУ ФАНЦА по показателям пригодности к уборке методом срезки плодоносящих ветвей до настоящего времени не проводилось. Известно, что срезка всех или значительной части ветвей на растении способствует активному росту так называемых волчковых побегов, которые, обеспечивая урожай на следующий год, отличаются такими специфическими признаками, как выраженный вертикальный рост, удлинённые междоузлия и, как правило, пониженный уровень продуктивности.

В связи с вышесказанным основной целью настоящих исследований являлись оценка и выделение среди генофонда облепихи НИИСС ФГБНУ ФАНЦА образцов, отличающихся высоким уровнем плодоношения на волчковых ветвях.

Материалы и методы

Исследования проведены на участках сортоизучения 2009–2016 гг. посадки в НИИСС ФГБНУ ФАНЦА в лесостепной зоне Алтайского Приобья в 2020 и 2021 г. в подзоне черноземов обыкновенных умеренно засушливой и колочной степи.

Погодные условия в годы исследований отличались нестабильностью температурных параметров и количеством осадков. Температурные условия осенне-зимнего периода 2020 г. были на уровне среднесезонных значений, наблюдались оттепели 6 декабря (+3,7°C) и 8-9 февраля (+3,5...+5,0°C) с выпадением дождя. В этом году отмечен высокий уровень снежного покрова (до 92 см), что привело к значительным снеголомам растений облепихи на снегосборных участках. Весенне-летний период 2020 г. отличался повышенными температурами воздуха, ранним сходом снежного покрова (9 апреля) и низким количеством осадков в апреле, мае и июне (соответственно 12, 31 и 26 мм), что привело к более раннему началу вегетации и прохождению всех фаз развития облепихи (на 10–15 дней), а также к опадению значительной части завязавшихся плодов. В 2021 г. к числу наиболее стрессовых факторов окружающей среды следует отнести относительно холодный январь с минимальными температурами воздуха до –41,2°C, а также засушливый вегетационный период, особенно в мае и июне, когда выпало 12 и 29 мм осадков соответственно. Несмотря на складывающиеся неблагоприятные факторы, они не отразились заметным образом на росте и развитии изучаемых образцов облепихи. В целом, сложившиеся погодные условия 2020 и 2021 г. не выходили за рамки критических значений для облепихи.

Объекты исследований – 13 сортов и отборных форм облепихи селекции НИИСС ФГБНУ ФАНЦА. Схема посадки растений – 4,0 × 1,5 м. На этапе первичного отбора перспективных образцов проводили визуальную оценку общего состояния растений, выделяя относительно сильнорослые, с мощными приростами, плотным расположением плодов на волчковых ветвях. В результате отбора выделено 13 сортов и отборных форм. Для оценки потенциальной продуктивности с каждого выделенного образца нарезали по три волчковые ветви длиной от 70 до 100 см. Далее проводили подсчет числа боковых побегов, плодов из одной почки, числа почек на единицу вет-

ви, измеряли длину боковых побегов, массу 100 плодов. Удельный вес генеративной или вегетативной частей рассчитывали как процентное отношение массы генеративной или вегетативной частей ветви к общей массе ветви. Усилие отрыва плодов оценивали прибором «Дина-2» в период потребительской зрелости в трех повторностях по 30 плодов в каждой. Длину плодоножки изме-

нами образцов выделилась отборная форма 111-05-3, демонстрирующая плотность на уровне 1,5 почки на единицу прироста. Кроме нее, относительно плотным расположением почек характеризовались образцы 87-93-4 и 378-06-1 (1,1 шт.). У остальных объектов исследований этот показатель варьировал от 0,8 до 1,0 шт./см (табл. 1).

Таблица 1. Элементы продуктивности образцов облепихи в лесостепи Алтайского Приобья (2020 и 2021 г.)

Table 1. Productivity components of sea buckthorn accessions in the forest-steppe area of the Ob river basin in Altai (2020 and 2021)

Сорт, отборная форма / Cultivar, selected form	Число боковых побегов на ветви, шт. / Number of side shoots per branch, pcs	Длина боковых побегов на ветви, см / Length of side shoots per branch, cm	Число плодов из почки, шт. / Number of berries per bud, pcs	Число почек на 1 см, шт. / Number of buds per 1 cm, pcs	Масса 100 плодов, г / Weight of 100 berries, g
87-93-4	2,6	6,6	5,9	1,1	58,8
32-01-1	0,7	3,0	5,7	0,9	72,5
126-02-1	0,7	5,3	4,1	1,0	57,3
4-93-11	1,3	9,0	4,8	1,0	58,6
Афина	1,4	5,0	3,4	1,0	95,2
Джемовая	-	-	3,4	1,0	77,3
Огниво	0,3	1,3	4,2	0,8	80,4
203-00-4	4,0	7,3	2,3	0,8	71,2
404-93-1	3,9	7,4	3,8	0,9	77,3
149-00-2	3,2	6,4	4,4	0,9	89,5
378-06-1	-	-	5,5	1,1	110,8
111-05-3	0,3	3,3	5,4	1,5	72,5
170-03-1	3,3	9,9	4,0	1,0	76,2
НСП ₀₅	1,4	5,5	1,1	0,2	9,2

ряли линейкой у 10 плодов. Вкус и окраску плодов определяли органолептически. Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа (Dospikhov, 1985).

Результаты и обсуждение

Определяющим критерием продуктивности плодоносящей ветви облепихи является сочетание таких показателей, как количество почек на единицу прироста, число плодов в почке, а также масса 100 плодов. Для мощных ветвей волчкового типа показатель числа плодовых почек является важным; при других равных условиях, интенсивный рост побегов в длину сопровождается удлинением междоузлий и, как результат, увеличением расстояния между почками. Поэтому поиск образцов, перспективных для уборки методом срезки, начинается с показателя плотности расположения почек. В этой связи следует отметить, что уровень этого показателя на нормально развитых плодоносящих ветвях находится в пределах 1,3–1,5 почки на 1 см. В группе изучаемых

Однако показатель плотности расположения почек, являясь чрезвычайно важным в контексте проводимых исследований, безотносительно двух других критериев, а именно числа плодов из почки и массы самих плодов, не определяет комплексную продуктивность ветви. Вторым по важности показателем является число плодов из одной почки. Среди изученных образцов этот критерий варьировал от 2,3 до 5,9 шт. при наименьшей существенной разнице 1,1, что говорит о значительном различии между изучаемыми образцами. Максимальные показатели (5,4–5,9 шт.) отмечены у четырех отборных форм (87-93-4, 32-01-1, 378-06-1 и 111-05-3). При этом примечательно, что у ранее выделенной по плотности расположения почек отборной формы 111-05-3 зафиксировано также и одно из максимальных значений по числу плодов из одной почки (5,4 шт.), что, без сомнения, ставит этот образец в число наиболее перспективных для данного типа уборки.

Установлено, что наименьшим числом плодов из одной почки (2,3 шт.) отличается наиболее ветвящаяся отборная форма 203-00-4 с числом боковых побегов на вет-

ви 4,0 шт. (см. табл. 1). У образца 404-93-1 число боковых побегов на ветви отмечено на уровне предыдущей формы, и он также демонстрировал средний уровень проявления изучаемого показателя (3,8 шт.). Это косвенно говорит о слабой перспективности образцов облепихи, формирующих значительное число боковых побегов на интенсивно растущих ветвях. Среди изучаемых образцов низким уровнем ветвления (0,3–0,7 шт./ветвь) характеризовались отборные формы 111-05-3, 32-01-1, 126-02-1 и сорт 'Огниво'. У сорта 'Джемовая' и отборной формы 378-06-1 боковые побеги отсутствовали.

Масса 100 плодов в группе изучаемых образцов варьировала от 57,3 г у отборной формы 126-02-1 до 110,8 г у отборной формы 378-06-1. Последний образец, помимо очень крупных плодов, характеризовался комплексом высоких значений плотности расположения почек (1,1 шт./см), а также одним из максимальных показателей по числу плодов из почки. Редкое сочетание комплекса таких показателей, безусловно, выделяет этот образец в число наиболее перспективных.

Отмеченные выше элементы продуктивности оказали непосредственное влияние на величину вегетативной и генеративной массы каждой волчковой ветви. В результате наибольшей массой плодов с одной ветви (510,7 г) характеризовалась крупноплодная отборная форма 378-06-1. Помимо нее, значительной массой генеративной части, превышающей 300,0 г, отличались образцы 170-03-1, 149-00-2, 32-01-1, 87-93-4, 111-05-3 (табл. 2).

Максимальная масса сформировавшихся плодов на единице длины ветви отмечена у образцов 111-05-3 (5,8 г/см) и 378-06-1 (6,6 г/см) (см. табл. 2), закономерно помещая их в группу наиболее перспективных.

При использовании плотных схем посадок (2,5 × 0,8 м), рекомендуемых при рассматриваемом типе уборки (Макагушев, Канарский, 2019), и условном допущении минимального количества формируемых побегов в пределах 10 шт. на 1 растение расчетная продуктивность плантации при таком высоком уровне генеративной составляющей может достигать 10–15 т/га, что более чем экономически оправдано. Однако, принимая во внимание, что, как правило, при грамотном формировании растений количество плодоносящих ветвей на одном кусте колеблется в диапазоне от 15 до 25 шт. (Набаров, Канарский, 2013), потенциальная продуктивность изучаемых образцов оценивается нами в пределах 30–45 т/га.

По максимальной величине вегетативной массы одной ветви выделен сорт 'Афина', у которого этот показатель составляет 224,4 г, что существенно выше остальных изученных образцов. Этот же сорт показал и самый высокий удельный вес вегетативной части в общей массе ветви – 44%. При комплексных вариантах использования всей получаемой продукции (плоды и древесина) данный сорт, безусловно, может являться перспективным. Однако при узкоспециализированном подходе, ориентированном исключительно на получение плодов, более перспективными формами следует считать образцы с преобладанием генеративной сферы. Лучшими оказа-

Таблица 2. Вегетативная и генеративная продуктивность ветвей облепихи в лесостепи Алтайского Приобья (2020 и 2021 г.)

Table 2. Vegetative and generative productivity of sea buckthorn branches in the forest-steppe area of the Ob river basin in Altai (2020 and 2021)

Сорт, отборная форма / Cultivar, selected form	Масса ветви / Branch weight			Масса плодов на 1 см ветви, г / Berry weight per 1 cm of a branch, g	Удельный вес генеративной/ вегетативной частей, % / Proportion of the generative vs. vegetative part, %
	генеративной части (плодов), г / of the generative part (berries), g	вегетативной части, г / of the vegetative part, g	общая, г / total, g		
87-93-4	349,0	121,9	470,9	3,6	74/26
32-01-1	324,3	158,2	482,5	3,4	67/33
126-02-1	162,8	101,0	263,8	2,3	62/38
4-93-11	248,4	131,2	379,5	2,7	65/35
Афина	284,6	224,4	508,9	3,2	56/44
Джемовая	180,6	115,4	296,0	2,6	61/39
Огниво	214,7	154,5	369,2	3,0	58/42
203-00-4	154,7	105,7	260,4	1,4	59/41
404-93-1	242,4	151,3	393,7	2,4	62/38
149-00-2	320,3	169,5	489,8	3,8	65/35
378-06-1	510,7	175,7	686,4	6,6	74/26
111-05-3	404,0	155,0	559,0	5,8	72/28
170-03-1	315,3	166,0	481,3	2,9	66/34
НСР ₀₅	110,9	62,2	149,1	1,1	-

лись отмеченные ранее образцы 378-06-1, 111-05-3 и 87-93-4, демонстрирующие высокий удельный вес генеративной части в общей массе ветви – 72–74%, в очередной раз выделяясь в группу перспективных.

Комплексность подхода в изучении исследуемых образцов также заключалась и в оценке их хозяйственно-биологических особенностей, напрямую не связанных с пригодностью к уборке методом срезки плодоносящих ветвей. Одним из важных критериев является биохимическая составляющая плодов, с акцентами на содержание каротиноидов и органических кислот. Первый показатель тесно коррелирует с окраской плодов, второй – с вкусовыми особенностями. Так, перспективная окраска с преобладанием красных оттенков характерна для четырех образцов – 170-03-1, 4-93-11, 'Джемовая' и 'Огниво', которые не выделились в группу наиболее перспективных по показателям пригодности к обсуждаемому типу уборки. По вкусовым особенностям все изучаемые образцы оказались кислого либо сладко-кислого вкуса, что не позволяет на данном этапе рекомендовать их для использования в качестве продукта для потребления в свежем виде (табл. 3).

эти критерии выходят на передний план. В этом контексте наиболее перспективными образцами оказались три отборные формы – 111-05-3, 32-01-1, 4-93-11 с усилием отрыва плодов 136,8, 138,2 и 155,1 г соответственно. При этом образец 32-01-1 отличался и сравнительно длинной плодоножкой – 4-5 мм, что способствует увеличению амплитуды колебаний плодов во время тряски, облегчая тем самым отделение плодов от ветвей.

Таким образом, по комплексу изучаемых показателей наиболее перспективными образцами для уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей оказались отборные формы 111-05-3 и 378-06-1, отличающиеся плотным расположением почек на активно растущих ветвях, высоким числом плодов из одной почки, а также максимальным удельным весом генеративной части в общей массе ветвей. Кроме того, следует обратить внимание на относительно крупноплодную отборную форму 32-01-1, отличающуюся высокой массой генеративной части ветвей, а также низким усилием отрыва плодов и длинной плодоножкой. Образец 87-93-4, несмотря на один из лучших показателей соотношения генеративной и вегетативной части, не рассматривается нами как перспектив-

Таблица 3. Характеристики плодов образцов облепихи в лесостепи Алтайского Приобья (2020 и 2021 г.)

Table 3. Fruit characteristics of sea buckthorn accessions in the forest-steppe area of the Ob river basin in Altai (2020 and 2021)

Сорт, отборная форма / Cultivar, selected form	Усилие отрыва, г / Fruit detachment force, g	Длина плодоножки, мм / Peduncle length, mm	Окраска / Color	Вкус / Flavor	Форма / Shape
87-93-4	218,6	3–5	оранжевая	кислый	цилиндрическая
32-01-1	138,2	4–5	оранжевая	кислый	широкоовальная
126-02-1	149,9	3–5	красно-оранжевая	сладко-кислый	овальная
4-93-11	155,1	2–4	оранжево-красная	сладко-кислый	округлая
Афина	215,5	4–6	ярко-оранжевая	кислый	обратно-яйцевидная
Джемовая	180,6	2-3	оранжево-красная	сладко-кислый	овальная
Огниво	215,5	5-6	оранжево-красная	кислый	цилиндрическая
203-00-4	234,3	2-3	оранжевая	кислый	овальная
404-93-1	171,4	4–6	оранжевая	сладко-кислый	обратно-яйцевидная
149-00-2	191,4	3–5	оранжевая	кислый	овальная
378-06-1	191,5	2-3	оранжевая	кислый	широко-овальная
111-05-3	136,8	2-3	оранжевая	кислый	овальная
170-03-1	187,7	4-5	красная	кислый	овальная

В границах общепринятых технологических подходов, связанных с обсуждаемым типом уборки (Höhne, 2015), которые предусматривают стряхивание плодов со срезанных ветвей после их заморозки, показатель усилия отрыва плодов и длины плодоножки носит второстепенный характер. Однако, при условии стряхивания плодов в полевых условиях без предварительной заморозки,

ный в связи с очень высоким усилием отрыва плодов, а также относительной мелкоплодностью.

Значительный интерес для комплексного использования может представлять сорт 'Афина', отличающийся высоким уровнем продуктивности вегетативной массы волчковых ветвей на фоне вполне приемлемого уровня генеративной продуктивности и крупноплодности.

Заключение

В результате изучения продуктивности волчковых ветвей 13 образцов облепихи селекции отдела НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко Федерального Алтайского научного центра агроботехнологий (НИИСС ФГБНУ ФАНЦА) установлено, что максимальное число плодов из одной почки (5,4–5,9 шт.) отмечено у четырех отборных форм – 87-93-4, 32-01-1, 378-06-1 и 111-05-3. Выделена группа образцов – 378-06-1, 111-05-3, 87-93-4, демонстрирующих высокий удельный вес генеративной части в общей массе ветви – 72–74%. Сорт 'Афина' выделен за высокий уровень вегетативной массы ветвей. Отборные формы 111-05-3, 32-01-1, 4-93-11 отличались низким усилием отрыва плодов – 136,8–155,1 г. Вкус плодов у большинства сортообразцов кислый, окраска оранжевая и оранжево-красная.

Наиболее перспективными образцами для уборки урожая способом срезки плодоносящих ветвей следует считать образцы 111-05-3, 378-06-1 и 32-01-1.

References / Литература

- Bartenev V.D., Habarov S.N. Sea buckthorn harvester: designing, manufacturing, engineering, trial experiments, and development of basic requirements (Kombayn dlya uborki oblepikhi: proyektirovaniye, izgotovleniye, issledovatel'skiye ispytaniya i razrabotka iskhodnykh trebovaniy). *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2012;2(88):97-103. [in Russian] [Бартенев В.Д., Хабаров С.Н. Комбайн для уборки облепихи: проектирование, изготовление, исследовательские испытания и разработка исходных требований. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2012;2(88):97-103].
- Brüvelis A. Experiences about sea buckthorn cultivation and harvesting in Latvia. In: Kauppinen S., Petruneva E. (eds). *Producing Sea Buckthorn of High Quality: Proceedings of the 3rd European Workshop on Sea buckthorn; October 14–16, 2014; Naantali, Finland*. Helsinki: Natural Resources Institute Finland; 2015. p.36-42. Available from: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486036/luke-luobio_31_2015.pdf?sequence=4 [accessed Mar. 15, 2022].
- Chagnon R., Boutin J., Fortin S. Development of a branch shaker to harvest seabuckthorn. In: D.B. McKenzie (ed.). *Proceedings of the 3rd International Seabuckthorn Association Conference; August 12–16, 2007; Quebec City, Canada*. Quebec City: INAF; 2009. p.31-38. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Haihong-Wang-9/publication/303987959_Proceedings_of_the_3rd_International_Seabuckthorn_Association_Conference/links/57618b5f08aeada5bc4fd87/Proceedings-of-the-3rd-International-Seabuckthorn-Association-Conference.pdf [accessed Mar. 15, 2022].
- Dospikhov B.A. Methodology of field trial (Metodika polevogo opyta). Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат; 1985).
- Fu L., Peng J., Nan Q., He D., Yang Y., Cui Y. Simulation of vibration harvesting mechanism for sea buckthorn. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 2016;9(1):101-108. DOI: 10.1016/j.eaef.2015.08.003
- Fu L., Su H., Li R., Cui Y. Harvesting technologies for sea buckthorn fruit. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 2014;7(2):64-69. DOI: 10.1016/j.eaef.2013.10.002
- Habarov S.N., Kanarsky A.A. Sea buckthorn cultivation technology and mechanical harvesting improvement in the south of Western Siberia. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2013;(7):48-49. [in Russian] (Хабаров С.Н., Канарский А.А. Совершенствование технологии возделывания и механизированной уборки урожая облепихи на юге западной Сибири. *Достижения науки и техники АПК*. 2013;(7):48-49).
- Höhne F. Overview of cultivation technologies and their challenges. In: Kauppinen S., Petruneva E. (eds). *Producing Sea Buckthorn of High Quality: Proceedings of the 3rd European Workshop on Sea buckthorn; October 14–16, 2014; Naantali, Finland*. Helsinki: Natural Resources Institute Finland; 2015. p.36-42. Available from: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/486036/luke-luobio_31_2015.pdf?sequence=4 [accessed Mar. 15, 2022].
- Khabarov S.N., Kanarskii A.A. Mechanical harvesting of sea buckthorn as the basis of commercial horticulture in the south of Western Siberia. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016;30(11):63-65. [in Russian] (Хабаров С.Н., Канарский А.А. Механизированная уборка урожая облепихи как основа индустриального садоводства на юге Западной Сибири. *Достижения науки и техники АПК*. 2016;30(11):63-65).
- Koziy I. Statistics of berry production in Russia (Proizvodstvo yagod v Rossii v tsifrakh). *Yagody Rossii = Berries of Russia*. 2020;(1):3-4. [in Russian] (Козий И. Производство ягод в России в цифрах. *Ягоды России*. 2020;(1):3-4).
- Levin A.M., Bartenev V.D., Mihailova N.V., Polyakov L.I. Trials results of combine "Joonas-2000" (Finland) at sea-buckthorn harvesting. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2009;(7):58-59. [in Russian] (Левин А.М., Бартенев В.Д., Михайлова Н.В., Поляков Л.И. Результаты испытаний комбайна «Йоонас-2000» на уборке облепихи. *Достижения науки и техники АПК*. 2009;(7):58-59).
- Makeychev S.V., Kanarskiy A.A. The effectiveness of new methods of sea buckthorn plant formation for combine harvesting. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2019;9(179):66-71. [in Russian] (Макарычев С.В., Канарский А.А. Эффективность новых способов формирования растений облепихи для уборки комбайном. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019;9(179):66-71).
- Mann D.D., Petkau D.S., Crowe T.G., Schroeder W.R. Removal of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries by shaking. *Canadian Biosystems Engineering*. 2001;43:2.23-2.28.
- Olander S. A review of berry harvest machine development in Sweden. *Acta Horticulturae*. 2012;965:171-178. DOI: 10.17660/actahortic.2012.965.22
- Univer T., Tiirmaa K., Univer N., Kruuv H. The results of harvesting the berries of common seabuckthorn in Estonia. In: Yu. Zubarev, D. Eagle, J.T. Morsel (eds). *Seabuckthorn. Research for a Promising Crop: A Look at Recent Developments in Cultivation, Breeding, Technology, Health and Environment*. Berlin: BoD; 2014. p.91-100. Available from: https://www.oblepiha22.ru/assets/univer-the-results_of_harvesting_the_berries.pdf [accessed Mar. 15, 2022].

Информация об авторах

Юрий Анатольевич Зубарев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий, 656910 Россия, Барнаул, Научный городок, 35, niilisavenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3349-0555>

Алексей Васильевич Гунин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий, 656910 Россия, Барнаул, Научный городок, 35, alexeygunin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8008-8951>

Елизавета Ивановна Пантелеева, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий, 656910 Россия, Барнаул, Научный городок, 35, niilisavenko20@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3729-8368>

Анастасия Васильевна Воробьева, младший научный сотрудник, Федеральный Алтайский научный центр агrobiотехнологий, 656910 Россия, Барнаул, Научный городок, 35, nast.nv-2124@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1020-0589>

Information about the authors

Yuri A. Zubarev, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, 35 Nauchny Gorodok, Barnaul 656910, Russia, niilisavenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3349-0555>

Alexey V. Gunin, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, 35 Nauchny Gorodok, Barnaul 656910, Russia, alexeygunin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8008-8951>

Elizaveta I. Panteleeva, Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, 35 Nauchny Gorodok, Barnaul 656910, Russia, niilisavenko20@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3729-8368>

Anastasia V. Vorobyeva, Associate Researcher, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, 35 Nauchny Gorodok, Barnaul 656910, Russia, nast.nv-2124@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1020-0589>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 31.03.2022; одобрена после рецензирования 12.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 31.03.2022; approved after reviewing on 12.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022.

Научная статья
УДК 634.75.632.527
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-51-57



Оценка сортов земляники садовой как источников высокой зимостойкости и продуктивности

М. И. Зубкова, С. Д. Князев, З. Е. Ожерельева

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, Орловская область, Россия

Автор, ответственный за переписку: Марина Ивановна Зубкова, zubkova@vniispk.ru

Актуальность. Реализация высокого потенциала продуктивности растений земляники садовой *Fragaria × ananassa* Durh. в существенной степени определяется их адаптивностью к почвенно-климатическим условиям выращивания, в частности в средней полосе России наиболее важным признаком является зимостойкость. В связи с этим целью проводимых исследований являлось выделение из изученных сортов источников высокой зимостойкости, потенциальной продуктивности и урожайности.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2017–2019 гг. на участках первичного сортоизучения Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур в Орловской области. Объектами исследования были 23 сорта отечественной и зарубежной селекции. Показатели учитывали в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур». Для определения потенциала зимостойкости проводили искусственное промораживание в климатической камере Espes PSL-2KPH (Япония) и холодильном шкафу Polairg III CV114-S (Россия).

Результаты. Зимостойкость сортов земляники садовой оценивали в условиях искусственного промораживания. Наиболее морозостойкими являются сорта 'Корона', 'Царица', 'Соловушка', 'Sara'. Изучение сортов в полевых условиях позволило выделить наиболее урожайные и крупноплодные: 'Alba', 'Azia', 'Берегиня', 'Царица'. Сорт 'Царица' сочетает в себе высокую зимостойкость с большим потенциалом продуктивности и урожайности, являясь ценным источником данных признаков в селекционной работе. По комплексу показателей сорт 'Царица' является перспективным для широкого возделывания в Центральном-Черноземном регионе России.

Ключевые слова: сорта *Fragaria × ananassa* Durh., урожайность, крупноплодность, морозостойкость

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ и тематического плана ВНИИСПК «Сохранить, пополнить и изучить генофонд ягодных культур с целью выделения комплексных доноров и генисточников хозяйственно ценных признаков для создания новых сортов» (0637-2019-0017).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Зубкова М.И., Князев С.Д., Ожерельева З.Е. Оценка сортов земляники садовой как источников высокой зимостойкости и продуктивности. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):51-57. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-51-57

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-51-57

Evaluation of strawberry cultivars as sources of high winter hardiness and productivity

Marina I. Zubkova, Sergey D. Knyazev, Zoya E. Ozherelieva

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel Province, Russia

Corresponding author: Marina I. Zubkova, zubkova@vniispk.ru

Background. The realization of high productivity potential in strawberry plants significantly depends on their adaptability to soil and climate conditions of their cultivation. Winter hardiness is the most important trait in the central part of Russia. With this in view, the purpose of this study was to identify sources of high winter hardiness combined with high productivity and yield potential among the studied cultivars.

Materials and methods. The research was carried out at the primary variety testing site of the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), Orel Province, in accordance with the published program and methodology of fruit, berry and nut variety studies. The testing covered 23 domestic and foreign strawberry cultivars. An Espec PSL-2KPH climate chamber (Japan) and a Polair refrigerator cabinet (Russia) were used for artificial freezing.

Results. Winter hardiness of strawberry cultivars was assessed under artificial freezing conditions. Cvs. 'Korona', 'Tsaritsa', 'Solovushka' and 'Sara' were the most winter-hardy cultivars. The study of the cultivars in the field made it possible to identify the most productive and large-fruited ones: 'Alba', 'Azia', 'Bereginya' and 'Tsaritsa'. Cv. 'Tsaritsa' combines high winter hardiness and high yield productivity and yield potential, being a valuable source of these traits in breeding practice. According to a set of indicators 'Tsaritsa' is promising for large-scale cultivation in the Central Black Earth Region of Russia.

Keywords: *Fragaria × ananassa* Durh. cultivars, productivity, yield, large berry size, winter hardiness

Acknowledgements: the work was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation and the thematic plan of the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK) "To preserve, replenish and study the genetic diversity of berry crops in order to identify complex donors and genetic sources of economically valuable traits for the development of new cultivars" (0637-2019-0017).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Zubkova M.I., Knyazev S.D., Ozherelieva Z.E. Evaluation of strawberry cultivars as sources of high winter hardiness and productivity. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):51-57. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-51-57

Введение

Одним из факторов, способствующих повышению интенсивности селекционных исследований, являются поиск и создание эффективных источников и доноров хозяйственно важных признаков (Linde et al. 2002; Folta, Davis, 2006; Chinnusamy et al., 2007; Whitehouse et al., 2017; Bruno et al., 2018).

В средней полосе России основным лимитирующим фактором успешного возделывания земляники являются низкие температуры в зимний период, особенно в начале зимы, когда снижение температуры до -20°C часто происходит при отсутствии снежного покрова или минимальной его высоте. Такой, например, была зима 2002/2003 г. с суммой среднесуточных отрицательных температур 1099°C . Сильное похолодание (до -20°C) фактически без снега продолжалось с конца ноября до третьей декады декабря и достигала минимума в $-23,2^{\circ}\text{C}$ при снежном покрове в 1 см. Только канадский сорт 'Самес' и российские сорта 'Богема', 'Былинная', 'Мамочка' (Govogova, Govogov, 2004; Shokaeva, 2006) показали высокую зимостойкость в этих условиях. Поэтому они представляют большой интерес для селекции на зимостойкость.

Также в зимней период часто наблюдаются резкие перепады температур, которые наиболее опасны для растений земляники в малоснежные зимы. В весенний период существенный урон урожаю земляники наносят весенние заморозки, особенно в период цветения.

Помимо создания зимостойких сортов, одной из важных задач селекции является получение сортов с высокой продуктивностью (Zubkova, 2018). Потенциальная продуктивность – это комплексный признак, уровень проявления которого определяется генетическими, почвенно-климатическими и агротехническими факторами (Zubov, 2004).

Цель настоящего исследования – выявить степень адаптации изучаемых сортов земляники по комплексу хозяйственно-биологических признаков в условиях Орловской области и выделить перспективные генотипы в качестве источников для селекции.

Место проведения, объекты и методика исследования

Исследования выполнены в 2017–2019 гг. на опытных участках Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК).

Почва на участках темно-серая лесная, pH 5,3, содержание фосфора и калия в слое 0–20 см составляет 28,70 и 21,25 мг/100 г почвы соответственно. Анализы почвы проводились в лаборатории агрохимии ВНИИСПК. Растения были посажены в июле 2016–2017 гг., размещены в ряду через 0,2 м, междурядье – 1,0 м.

В качестве объектов исследования взяты 26 сортов *Fragaria × ananassa* Durh. российской и зарубежной селекции. Сорт 'Урожайная ЦГЛ', районированный по Центрально-Черноземному региону, являлся контролем. Сорта размещались рандомизированно, в трех повторностях, по 10 растений в каждой. На участке применялось капельное орошение. Полевые учеты проводились в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур», раздел «Земляника, клубника, земклуника» (Shokaeva, Zubov, 1999). Для искусственного промораживания использовали климатическую камеру Espes PSL-2KPH (Япония), холодильный шкаф Polair IIX CV114-S (Россия). Режим за-

калки – в течение пяти суток при температуре -3°C и пяти суток при -5°C . Продолжительность промораживания – 6 часов, скорость снижения температуры – 1°C в час (Ozherelieva et al., 2019).

Результаты и обсуждение

Одним из методов определения потенциала морозостойкости растений земляники садовой является моделирование зимних повреждений в искусственных условиях (Ozherelieva et al., 2019; Ozherelieva et al., 2021).

В 2017–2019 гг. провели искусственное промораживание 10 сортов земляники. В начале декабря при температуре -15°C морозостойкость проявили сорта земляники 'Росинка' и 'Царица', не имевшие повреждений. Более существенные повреждения рожков при этом получили сорта 'Marmolada' (2,3 балла), 'Alba' (2,6 баллов). При температуре -20°C наименьшая степень повреждения рожков (0,3 и 0,8 балла соответственно) была отмечена у сортов 'Росинка', 'Царица', 'Соловушка'. Сорт 'Sara' проявил средний (2,0 балла) уровень морозостойкости. Сильно подмерзли сорта земляники 'Alba' (3,0 балла) и 'Marmolada' (3,5 балла) (табл. 1).

В малоснежные зимы опасны для земляники резкие перепады температуры, сопровождаемые оттепелями. Это не только увеличивает опасность частичных повреждений, но может приводить к полной гибели растений. Промораживание с понижением температуры до -10°C после трехдневной оттепели $+5^{\circ}\text{C}$ в декабре показало, что высокий уровень устойчивости к данному фактору проявили сорта 'Соловушка', 'Царица', 'Корона' (табл. 2). При аналогичном промораживании в феврале максимальное повреждение было отмечено у сортов 'Marmolada' (4,0 балла) и 'Alba' (4,3 балла).

Таким образом, по результатам искусственного промораживания источниками зимостойкости могут считаться сорта земляники 'Соловушка', 'Sara', 'Царица' и 'Корона'.

Потенциал продуктивности земляники определяется следующими основными морфоструктурными компонентами: числом цветоносов, числом завязей на цветоносе, числом завязей на кусте, средней массой ягоды.

С точки зрения формирования высокого потенциала продуктивности наиболее ценными являются сорта земляники садовой с большим числом цветоносов. Признак «число цветоносов на куст» у изученных сортов в среднем варьировал от 3,2 шт. у сорта 'Росинка' до 8,1 шт. у сорта 'Alba'. Помимо сорта 'Alba', более 7 цветоносов на куст отмечали у сортов 'Берегиня' (7,5 шт.) и 'Царица' (7,2 шт.). Менее четырех цветоносов на куст было у сортов 'Урожайная ЦГЛ', 'Росинка', 'Sonata', 'Korona', 'Sirija', 'Незнакомка'. Остальные сорта имели в среднем 4–6 цветоносов (табл. 3).

Очень важным компонентом продуктивности, определяющим потенциальную и фактическую урожайность, является число завязей на цветонос и на один куст. При подсчете завязей на одном растении достоверно большие значения отмечены у сортов 'Росинка' (44,7 шт./куст), 'Царица' (47,1 шт./куст), 'Берегиня' (50,3 шт./куст), 'Соловушка' (54,1 шт./куст), 'Sara' (59,1 шт./куст), 'Русич' (62,8 шт./куст). При этом необходимо отметить, что в цветении земляники (дихазий) выделяют 3–5 порядков: самые крупные ягоды – первого порядка, масса ягод 2–5 порядка постепенно уменьшается (Zubov, 2004). Для товарного производства имеют значение наиболее крупные ягоды 1–3 порядка. В связи с этим наиболее ценны

Таблица 1. Степень подмерзания растений сортов земляники садовой в начале зимы при искусственном промораживании
(среднее за 2017–2019 гг.; ВНИИСПК, Орел)

Table 1. The degree of freezing in plants of strawberry cultivars in early winter under artificial freezing
(average for 2017–2019; VNIISPK, Orel)

Сорт	Балл	
	-15°C	-20°C
Урожайная ЦГЛ (к)	1,1 ± 0,10	2,5 ± 0,33
Кокинская ранняя	0,7 ± 0,27*	2,5 ± 0,44
Соловушка	0,2 ± 0,15**	0,8 ± 0,36***
Росинка	0,0 ± 0,00**	0,3 ± 0,12***
Царица	0,0 ± 0,00**	0,8 ± 0,20***
Alba	2,6 ± 0,18***	3,0 ± 0,41
Marmolada	2,3 ± 0,20*	3,5 ± 0,31**
Korona	0,5 ± 0,18	2,0 ± 0,14
Sara	0,8 ± 0,18	2,0 ± 0,33
Sonata	1,0 ± 0,00	2,3 ± 0,12

Примечание: (к) – контроль; * – достоверно при уровне значимости 0,05; ** – достоверно при уровне значимости 0,01; *** – достоверно при уровне значимости 0,001

Note: (к) – control; * – statistically significant at the level of 0.05; ** – statistically significant at the level of 0.01; *** – statistically significant at the level of 0.001

Таблица 2. Степень повреждения растений земляники садовой при понижении до -15°C после оттепели +5°C
(среднее за 2017–2019 гг.; ВНИИСПК, Орел)

Table 2. The degree of damage to strawberry plants under a temperature decrease to -15°C after a thaw of +5°C
(average for 2017–2019; VNIISPK, Orel)

Сорт	Балл		
	декабрь	январь	февраль
	+5, -15°C	+5, -15°C	+5, -15°C
Урожайная ЦГЛ (к)	3,0 ± 0,21	4,0 ± 0,58	3,5 ± 0,29
Кокинская ранняя	2,7 ± 0,12	3,8 ± 0,43	3,3 ± 0,17
Соловушка	1,6 ± 0,15**	1,9 ± 0,08***	2,0 ± 0,58***
Росинка	2,0 ± 0,00*	3,5 ± 0,61	3,0 ± 0,50
Царица	1,7 ± 0,12*	2,0 ± 0,21***	2,0 ± 0,29***
Alba	3,1 ± 0,24	4,2 ± 0,27	4,3 ± 0,33*
Marmolada	3,4 ± 0,22	3,9 ± 0,08	4,0 ± 0,29
Korona	1,3 ± 0,12**	2,2 ± 0,20***	1,9 ± 0,17***
Sara	2,0 ± 0,10*	2,4 ± 0,08***	2,5 ± 0,17*
Sonata	3,0 ± 0,00	3,8 ± 0,25	3,8 ± 0,18

Примечание: (к) – контроль; * – достоверно при уровне значимости 0,05; ** – достоверно при уровне значимости 0,01; *** – достоверно при уровне значимости 0,001

Note: (к) – control; * – statistically significant at the level of 0.05; ** – statistically significant at the level of 0.01; *** – statistically significant at the level of 0.001

Таблица 3. Биологическая продуктивность и урожайность сортов земляники садовой (2017–2019 гг.; ВНИИСПК, Орел)**Table 3. Biological productivity and yield of strawberry cultivars (2017–2019; VNIISPK, Orel)**

Сорт	Число			Средняя масса ягод, г	Биологическая продуктивность, г/куст	Фактическая урожайность, г/куст
	цветоносов на куст, шт.	завязей				
		на цветонос, шт.	на куст, шт.			
Урожайная ЦГЛ (к)	3,8	7,0	26,7	15,1	403,17	253,3
Росинка	3,2	14,0	44,7	10,4	464,88	244,7
Sara	6,3	9,4	59,1	9,3	549,63	299,9
Кокинская ранняя	4,0	7,6	30,2	10,5	317,1	185,5
Clegy	4,4	7,7	33,7	14,1	475,17	284,1
Alba	8,1	4,2	33,9	19,0	644,1	350
Царица	7,2	6,5	47,1	15,0	706,5	477,9
Frida	6,0	5,8	34,8	17,0	591,6	405,8
Корона	3,8	10,6	40,1	13,6	545,36	286,8
Соловушка	6,3	8,6	54,1	18,0	973,8	459,6
Vima Kimberly	5,2	7,5	38,8	15,9	608,4	442,7
Marmolada	5,8	7,0	40,7	11,5	468,05	234,8
Azia	6,1	4,8	29,3	19,9	583,07	420,7
Sonata	3,9	7,8	30,6	17,3	529,38	345,2
Jonsok	4,0	8,7	34,7	11,5	399,05	226,7
Sirija	3,6	7,5	27	13,8	372,6	224,3
Незнакомка	3,9	7,1	27,7	16,1	445,97	301,3
Русич	6,1	10,3	62,8	10,2	640,56	290,5
Берегиня	7,5	6,7	50,3	20,8	1046,24	491,4
Мальвина	4,3	7,7	33	15,1	498,3	380,7
Моллинг Пандора	4,6	8,3	38,3	13	497,9	315,7
Альфа	6,0	7,5	44,7	14,3	639,21	359,6
Florens	4,8	7,6	36,7	16,8	616,56	357
V, %	27,4	26,0	26,5	22,3	31,1	26,0
НСР 0,05	0,9	0,7	7,8	2,1	138,9	56,3

Примечание: (к) – контроль

Note: (k) – control

ми считаются сорта, имеющие три порядка с 4–7 крупными ягодами, такие как 'Урожайная ЦГЛ' (7,0 шт./цветонос), 'Альфа' (7,5 шт./цветонос), 'Царица' (6,5 шт./цветонос), 'Берегиня' (6,7 шт./цветонос), 'Незнакомка' (7,1 шт./цветонос), 'Alba' (4,2 шт./цветонос), 'Azia' (4,8 шт./цветонос), 'Cleru' (7,7 шт./цветонос), 'Vima Kimberly' (5,6 шт./цветонос), 'Frida' (5,8 шт./цветонос), 'Florence' (7,6 шт./цветонос). Для сортов 'Царица', 'Alba', 'Frida', 'Azia', 'Берегиня' характерно сочетание высокого числа цветоносов на куст (6–8), небольшого числа завязей на цветонос (4–7) и высоких показателей средней массы ягод (19–20 г). В то же время низкое число цветоносов на куст (3–6) и высокое число завязей на цветонос (9–14) в сочетании с массой ягод менее 11 г отмечено у сортов 'Росинка', 'Sara', 'Русич' (см. табл. 3).

Масса ягод – один из основных показателей формирования высокой урожайности и товарности сорта. Проявление данного компонента в сильной степени зависит как от наследственных факторов, так и от уровня агротехники. Ягоды считаются очень крупными, если их масса превышает 12 г, крупными – от 9 до 12 г, средними – от 6 до 9 г. Контрольный сорт 'Урожайная ЦГЛ' является крупноплодным, со средней массой 15,1 г. Средняя масса ягод достоверно превышала контроль у сортов 'Соловушка' (18,0 г), 'Alba' (19,0 г), 'Azia' (19,9 г) (рисунок), 'Берегиня' (20,8 г). Размах изменчивости по этому признаку был от 9,3 г у сорта 'Sara' до 20,8 г у сорта 'Берегиня' (см. табл. 3).



'Azia'



'Vima Kimberly'

Рисунок. Сорта земляники садовой**Figure. Strawberry cultivars**

Высокая и стабильная урожайность является одним из основных критериев выбора сорта для возделывания в промышленных условиях. В наших исследованиях значительно превысили контроль сорта 'Alba' (350,0 г/куст), 'Frida' (405,0 г/куст), 'Azia' (420,0 г/куст), 'Vima Kimberly' (442,7 г/куст) (см. рисунок), 'Царица' (477,9 г/куст), 'Берегиня' (491,4 г/куст). На уровне контроля находились сорта 'Cleru' (284,1 г/куст), 'Sara' (299,9 г/куст), 'Korona' (286,8 г/куст), 'Русич' (290,5 г/куст), 'Незнакомка' (301,3 г/куст) (см. табл. 3).

Задача селекционера – совместить на оптимальном уровне все компоненты продуктивности. Выделены сорта, имеющие высокую биологическую продуктивность: 'Korona' (545,4 г/куст), 'Sara' (549,6 г/куст), 'Azia' (583,1 г/куст), 'Frida' (591,6 г/куст), 'Vima Kimberly' (608,4 г/куст),

'Florence' (616,6 г/куст), 'Альфа' (639,2 г/куст), 'Русич' (640,6 г/куст), 'Alba' (644,1 г/куст), 'Царица' (706,5 г/куст), 'Соловушка' (973,8 г/куст), 'Берегиня' (1046,3 г/куст). Сорта 'Соловушка', 'Царица', 'Берегиня' сочетают высокую зимостойкость и урожайность.

Проведенный нами расчет корреляционной зависимости изучаемых компонентов продуктивности показал, что между фактической урожайностью и числом цветоносов на куст отмечена положительная корреляция ($r = 0,67$). Более высокая положительная корреляция наблюдалась между фактической урожайностью и средней массой ягод ($r = 0,74$).

Выводы

В результате проведенных исследований сортовой коллекции земляники Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур выделены источники высокой морозостойкости: 'Соловушка', 'Царица', 'Sara', 'Korona'; крупноплодности: 'Соловушка', 'Alba', 'Azia', 'Берегиня'; урожайности: 'Alba', 'Frida', 'Azia', 'Соловушка', 'Берегиня'. По числу цветоносов выделены: 'Берегиня', 'Царица', 'Alba'; по числу завязей: 'Берегиня', 'Соловушка', 'Русич', 'Sara'.

В качестве комплексных источников для селекции могут быть использованы сорта 'Царица', 'Соловушка', 'Берегиня', сочетающие высокую зимостойкость и продуктивность.

References / Литература

- Bruno M., Giampieri F., Zhang Y., Zhong C. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world. *Journal of Berry Research*. 2018;8(3):205-221. DOI: 10.3233/JBR-180314
- Chinnusamy V., Zhu J., Zhu J.K. Cold stress regulation of gene expression in plants. *Trends in Plant Science*. 2007;12(10):444-451. DOI: 10.1016/j.tplants.2007.07.002
- Folta K.M., Davis T.M. Strawberry genes and genomics. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2006;25(5):399-415. DOI: 10.1080/07352680600824831
- Govorova G.F. Govorov D.N. Strawberry: past, present, future (Zemlyanika: proshloye, nastoyashcheye, budushcheye). Moscow; 2004. [in Russian] (Говорова Г.Ф. Говоров Д.Н.

- Земляника: прошлое, настоящее, будущее. Москва; 2004).
- Linden L., Palonen P., Hytönen T. Evaluation of three methods to assess winter hardiness of strawberry genotypes. *Acta Horticulturae*. 2002;567:325-328. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.567.69
- Ozherelieva Z.E., Prudnikov P.S., Krivushina D.A., Zubkova M.I., Androsova A. The creation of resistant berries' agroecosystem. In: M.L. Larramendy, S. Soloneski (eds). *Agroecosystems – Very Complex Environmental Systems*. London: IntechOpen; 2021. [online] DOI: 10.5772/intechopen.92698
- Ozherelieva Z.E., Prudnikov P.S., Zubkova M.I., Krivushina D.A., Knyazev S.D. Determination of frost resistance in strawberry under controlled conditions (guidelines) (Opredeleniye morozostoykosti zemlyaniki sadovoy v kontroliruyemykh usloviyakh [metodicheskiye rekomendatsii]). Orel: VNIISPK; 2019. [in Russian] (Ожерельева З.Е., Прудников П.С., Зубкова М.И., Кривушина Д.А., Князев С.Д. Определение морозостойкости земляники садовой в контролируемых условиях (методические рекомендации). Оrel: ВНИИСПК; 2019).
- Shokaeva D.B. Biological bases and patterns of strawberry fruiting (Biologicheskiye osnovy i zakonomernosti plodonosheniya zemlyaniki). Orel; 2006. [in Russian] (Шокаева Д.Б. Биологические основы и закономерности плодоношения земляники. Оrel; 2006).
- Shokaeva D.B., Zubov A.A. Orchard strawberries, *Fragaria moschata* Duch. In: E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (eds). *Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur)*. Orel: VNIISPK, 1999. p.417-443. [in Russian] (Шокаева Д.Б., Зубов А.А. Земляника, клубника, земклуника. В кн.: Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Оrel: ВНИИСПК; 1999. С.417-443).
- Whitehouse A.B., Simpson D.W., Johnson A.W., McLeary K.J., Passey A.J., Nellist C.F. et al. Progress in strawberry breeding at NIAB-EMR, East Malling, UK. *Acta Horticulturae*. 2017;1156:69-74. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1156.9
- Zubkova M.I. Biological productivity and actual yield of non-native varieties of strawberry. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2018;(4):27-31. [in Russian] (Зубкова М.И. Биологическая продуктивность и фактическая урожайность интродуцированных сортов земляники садовой. *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2018;(4):27-31). DOI: 10.30850/vrsn/2018/4/27-31
- Zubov A.A. Theoretical foundations of strawberry breeding (Teoreticheskiye osnovy seleksii zemlyaniki). Michurinsk; 2004. [in Russian] (Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск; 2004).

Информация об авторах

Марина Ивановна Зубкова, научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия Орловская область, Орловский район, д. Жилина, zubkova@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0741-4607>

Сергей Дмитриевич Князев, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия Орловская область, Орловский район, д. Жилина, ksd_61@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5170-7274>

Зоя Евгеньевна Ожерельева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия Орловская область, Орловский район, д. Жилина, ozherelieva@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1730-4073>

Information about the authors

Marina I. Zubkova, Researcher, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, zubkova@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0741-4607>

Sergey Dmitrievich Knyazev, Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, ksd_61@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5170-7274>

Zoya Evgenievna Ozherelieva, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, ozherelieva@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1730-4073>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.02.2022; одобрена после рецензирования 28.03.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 25.02.2022; approved after reviewing on 28.03.2022; accepted for publication on 03.06.2022.

Научная статья
УДК 634.717:631.527 (470.2):581.19
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-58-66



Биологически активные вещества в плодах ежевики в условиях средней полосы России

М. А. Макаркина, О. А. Ветрова, Л. А. Грюнер, Б. Б. Корнилов

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, Орловская область, Россия

Автор, ответственный за переписку: Маргарита Алексеевна Макаркина, makarkina@vniispk.ru

Актуальность. Ежевика приобретает все большую популярность в РФ за свою скороплодность, высокую самоплодность, позднее цветение, способствующее продлению потребления свежих ягод, являющихся источником антиоксидантных соединений. Возникает необходимость изучения биохимического состава ягод ежевики, выращенной в определенных условиях, для дальнейшего выделения лучших образцов и включения их в производство и селекционные программы.

Материалы и методы. В плодах 25 сортов и гибридных сеянцев ежевики генофонда ВНИИСПК определяли содержание катехинов, лейкоантоцианов, антоцианов и общего количества фенольных соединений (ФС) фотометрическим методом, а также аскорбиновой кислоты (АК) титриметрическим методом. Статистическая обработка данных проводилась методами вариационного и корреляционного анализов.

Результаты. Изучены биоактивные вещества, накапливающиеся в плодах ежевики: АК ($22,9 \pm 1,1$ мг/100 г), катехины ($206,7 \pm 7,7$ мг/100 г), лейкоантоцианы ($251,3 \pm 19,7$ мг/100 г), антоциановые вещества ($492,1 \pm 22,1$ мг/100 г) и сумма ФС (951 ± 30 мг/100 г) при средней и значительной изменчивости изучаемых признаков ($V > 10\%$). Так, 73% образцов накапливали в плодах АК более 20,0 мг/100 г, 10 генотипов – более 25 мг/100 г. Установлено, что все образцы являются источником антоцианов. Около 50% образцов накапливали катехинов в плодах выше среднесортového значения. Лейкоантоцианов в плодах ежевики накапливалось несколько больше, чем катехинов. У 10 образцов сумма ФС выше 1000,0 мг/100 г.

Заключение. Выделены генотипы с высоким содержанием в плодах биоактивных веществ. Получены коэффициенты корреляции, свидетельствующие о присутствии средней степени прямолинейной связи между содержанием АК и антоциановых веществ, АК и суммой ФС. По комплексу признаков (аскорбиновая кислота, ФС) выделены генотипы 'Black Satin', 'Cacanska Bestrna', 'Chester', 'Natchez', 'Triple Crown', ЭЛС LN-14, ОС LN-1, ОС LN-7, рекомендуемые для селекции на улучшение качества плодов ежевики.

Ключевые слова: сорта, гибридные формы, аскорбиновая кислота, фенольные соединения, антоцианы, катехины, лейкоантоцианы, источники

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Выделить новые генотипы (отборные и элитные сеянцы) плодовых и ягодных культур, превышающие районированные сорта по комплексу хозяйственно ценных признаков» (0637-2019-0011).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Макаркина М.А., Ветрова О.А., Грюнер Л.А., Корнилов Б.Б. Биологически активные вещества в плодах ежевики в условиях средней полосы России. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):58-66. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-58-66

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-58-66

Bioactive compounds in blackberry fruits under the conditions of Central Russia

Margarita A. Makarkina, Oksana A. Vetrova, Lidia A. Gruner, Boris B. Kornilov

*Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel Province, Russia***Corresponding author:** Margarita A. Makarkina, makarkina@vniispk.ru

Background. Blackberry is becoming increasingly popular in Russia for its rapid early-fruiting, high self-fertility and late flowering, contributing to longer consumption of fresh berries, a source of antioxidant compounds. There is a need to study the biochemical composition of blackberries.

Materials and methods. Fruits of 25 blackberry cultivars and hybrid seedlings from the Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPК) were analyzed for the contents of catechins, leucoanthocyanins, anthocyanins, and total phenolic compounds using the photometric method, and the content of ascorbic acid using the titrimetric method. Statistical data processing was carried out using the methods of variation and correlation analyses.

Results. Bioactive compounds (BAC) accumulating in blackberry fruits were studied: ascorbic acid, catechins, leucoanthocyanins, anthocyanins, and total phenolics, with medium and significant variability of the studied indicators ($V > 10\%$). Among the genotypes, 73% accumulated more than 20.0 mg/100 g of ascorbic acid in fruits. All genotypes were identified as sources of anthocyanins. About 50% of the accessions accumulated catechins in fruits above the average level. Leucoanthocyanins were stored in blackberry fruits in slightly larger amounts than catechins. In 10 accessions the level of phenolics was higher than 1000.0 mg/100 g.

Conclusion. Genotypes with high BAC content were identified. Correlation coefficients were obtained: they indicate the presence of a medium degree of rectilinear relationship between the content of ascorbic acid and anthocyanin compounds, ascorbic acid and total phenolics. Cvs. 'Black Satin', 'Cacanska Bestrna', 'Chester', 'Natchez' and 'Triple Crown', plus hybrid seedlings LN-14, LN-1 and LN-7, were identified according to a set of indicators (ascorbic acid and phenolics) and recommended for breeding to improve the quality of blackberry fruits.

Keywords: cultivars, hybrids, ascorbic acid, phenolic compounds, anthocyanins, catechins, leucoanthocyanins, sources

Acknowledgements: the work was carried out within the framework of the state task on the topic "To identify new genotypes (selected and elite seedlings) of fruit and berry crops exceeding the zoned varieties according to the complex of economically valuable traits" (0637-2019-0011).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Makarkina M.A., Vetrova O.A., Gruner L.A., Kornilov B.B. Bioactive compounds in blackberry fruits under the conditions of Central Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):58-66. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-58-66

Введение

Средняя полоса РФ является зоной традиционного садоводства. Здесь, опираясь на многовековой опыт, возделывают такие распространенные плодовые и ягодные культуры, как яблоня, вишня, слива, черная смородина, красная смородина, крыжовник, земляника, малина. Но в последние годы стал возрастать интерес и к нетрадиционным, малораспространенным садовым культурам: жимолости, облепихе, калине, ирге, рябине и др. Все большую мировую популярность среди этих культур приобретает ежевика (род *Rubus* L., подрод *Eubatus* Focke), обладающая вкусными плодами, высокой урожайностью, ранним вступлением в пору плодоношения и высокой рентабельностью. Основными производителями ее плодов являются США, Сербия, занимаемые площади 3500 и 5000 га соответственно. Крупными поставщиками свежей продукции и сырья для переработки становятся государство Чили и Центральная Мексика (Clark, Finn, 2014). В мире с 1995 по 2005 г. площади, занимаемые ежевикой, увеличились на 44% (Strik, 2008).

В РФ популярность ежевики также возрастает (Gruner, Kornilov, 2020). Сдерживающим фактором при этом является низкая морозостойкость ее надземной части, что приводит к значительным материальным и трудовым затратам из-за необходимости зимнего укрытия растений, которые тем не менее частично компенсируются их способностью после повреждений быстро восстанавливаться (Takeda et al., 2013; Gruner, 2019).

Но основное достоинство ежевики – это неповторимый вкус и полезность ее ягод, за вкус которых отвечают сахара и органические кислоты, зависящие в большей степени от генотипа (Reyes-Carmona et al., 2006; Brugnara, 2017; Makarkina et al., 2021). Кроме того, ягоды ежевики – источник веществ антиоксидантного комплекса: аскорбиновой кислоты и, в значительной степени, фенольных соединений.

Аскорбиновая кислота (АК) – витамин, растворимый в воде, принимающий активное участие в биохимических процессах организма человека. На долю АК в антиоксидантном комплексе плодов и ягод приходится всего лишь 15% (Skrovankova et al., 2015), тем не менее это очень важный и жизненно необходимый витамин, являющийся поставщиком водорода при образовании ДНК протоплазмы (Lester, 2006). АК оказывает влияние на функционирование нервной системы, половых и цитовидной желез, надпочечников, способствует обмену веществ в организме, применяется для улучшения окислительно-восстановительных процессов и снижения холестерина при лечении атеросклероза и ишемической болезни сердца. Дефицит АК – один из факторов риска развития сахарного диабета (Iqbal et al., 2004; Abeysuriya et al., 2020; Berretta et al., 2020). Кроме того, АК – витамин, применяемый в дерматологии, обладающий свойствами, предотвращающими воспалительные и канцерогенные процессы, ускоряющие фотостарение кожи (Ravetti et al., 2019). Согласно последним данным, АК оказывает положительный эффект при лечении больных вирусом COVID-19 (Al-Obaidi et al., 2021).

Помимо АК, среди растительных компонентов незаменимую функцию выполняют фенольные соединения, в большей степени флавоноиды (Liu, 2013), содержащиеся в значительном количестве в плодах ежевики (Kaume et al., 2012; Guedes et al., 2017; Schulz et al., 2019).

Фенольные соединения, являясь синергистами других биологически активных веществ, в том числе и АК,

оказывают положительное воздействие на кроветворную и сердечно-сосудистую системы организма, снижают риск развития диабета, астмы, ожирения, онкологических заболеваний, инфекций мочевыводящих путей. Именно они обладают наибольшей антиоксидантной активностью, обусловленной способностью поглощать активные формы кислорода и азота, принимают прямое участие в поддержке организма при возникновении ряда воспалительных и других заболеваний (Liu, 2013; Lima et al., 2014; Rodriguez-Mateos et al., 2014). В литературе имеются сведения (Kaume et al., 2012) о защитном действии фенольных соединений ежевики при нейродегенеративных заболеваниях, при потере костной массы, об антимутагенном действии на клеточные сигнальные пути в организме человека путем их модификации и подавления факторов развития различных опухолей. Наибольшей физиологической активностью обладают флавоноиды (Thomas et al., 2008; Rodriguez-Mateos et al., 2014).

Существуют сведения о химическом составе плодов ежевики, выращенной в различных географических зонах, в том числе АК и фенольных соединений (Thomas et al., 2008; Kaume et al., 2012; Guedes et al., 2017; Schulz et al., 2019; Moraes et al., 2020), но почти нет сведений об их содержании в составе плодов ежевики, возделываемой в средней полосе РФ.

Исходя из этого, перед нами была поставлена цель – изучить существующий сортимент ежевики генофонда Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК) по содержанию в плодах веществ, входящих в антиоксидантный комплекс, – АК и фенольных соединений. Необходимо выделить лучшие сорта, элитные и отборные сеянцы по каждому изучаемому компоненту для дальнейшего их включения в производство и селекционные программы.

Материалы и методы

Объектами исследования представлены 25 сортов, элитных (ЭЛС) и отборных (ОС) сеянцев ежевики генофонда ВНИИСПК, в том числе 15 отборных и элитных сеянцев селекции ВНИИСПК: отборные сеянцы сортов 'Black Satin', 'Cheyenne', элитные и отборные сеянцы сорта 'Loch Ness' (LN) от свободного опыления. В образцах ежевики, отобранных в количестве 0,5 кг в период полной зрелости на коллекционном участке ежевики, определяли компоненты антиоксидантного комплекса: АК, фенольные соединения, в том числе катехины, лейкоантоцианы, антоцианы. Биохимический анализ плодов проводили в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения ВНИИСПК. Работу выполняли по общепринятым методикам (Ermakov et al., 1987; Sedova et al., 1999).

Отобранные образцы измельчали в фарфоровой ступке до однородной консистенции. Из полученной массы в двух повторностях брали навеску по 10 г для определения аскорбиновой кислоты, которую заливали смесью кислот (щавелевой и соляной), выдерживали 20 мин, хорошо перемешивали, доводили до 100 мл и фильтровали через бумажный фильтр. Полученный экстракт (1 мл) в присутствии однопроцентного йодистого калия (KI) и крахмала титровали 0,01 н раствором йодата калия (KIO₃) (Pleshkov, 1976). Для определения фенольных соединений в двух повторностях брали навеску по 10 г, которую фиксировали 96-процентным этиловым спиртом. Законсервированный образец экстрагировали 80-процентным этиловым спиртом. Экстракт использовали для

анализа фотометрическим методом с использованием фотометра ФЭК КФК-3-01-30МЗ. Метод определения антоцианов основан на реакции антоцианов с кислым 96-процентным этиловым спиртом, контроль – 75-процентный этиловый спирт; метод определения катехинов – на реакции катехинов ягод с ванилиновым реактивом (ванилин, растворенный в концентрированной соляной кислоте). В основу метода определения лейкоантоцианов положен гидролиз лейкоантоцианов в соответствующие антоцианы при нагревании с кислым этиловым спиртом. Сумму фенольных соединений определяли с использованием реактива Фолина – Дениса (Samorodova-Bianki, Streltsina, 1989).

Статистическая обработка полученных данных проводилась методами вариационного и корреляционного анализов с использованием пакета анализа программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Содержание АК в плодах ежевики в зависимости от генотипа варьировало от 12,2 ('Erie') до 36,1 мг/100 г сырой массы ('Chester') при среднесортном значении $22,9 \pm 1,1$ мг/100 г и коэффициенте вариации (V%) 24,0%, свидетельствующем о значительной изменчивости признака сортов и гибридных форм (табл. 1).

73% изученных сортообразцов накапливали в плодах АК более 20,0 мг/100 г, из них у сортов 'Ouachita', 'Triple Crown', 'Loch Tay', 'Cacanska Bestrna', 'Black Satin', 'Natchez', 'Chester', образцов ЭЛС LN-14, ОС LN-1 и ОС LN-7 этот показатель превысил 25,0 мг/100 г. У контрольных сортов 'Agawam' и 'Thornfree' содержание АК составило $19,6 \pm 5,7$ и $20,5 \pm 0,8$ мг/100 г соответственно. Отмечено сильное влияние метеорологических условий вегетационного периода на накопление АК в плодах отдельными генотипами, о чем косвенно свидетельствует коэффициент вариации. У значительной части образцов (57,7%) коэффициент вариации был выше 30%. Для селекции в качестве источников высокого содержания в плодах АК ценность представляют генотипы, сочетающие высокий показатель изучаемого признака с низким значением коэффициента вариации в зависимости от года. Высокое содержание АК в плодах и средняя стабильность признака ($10,0\% \leq V \leq 30,0\%$) отмечены у сортов 'Black Satin', 'Cacanska Bestrna', 'Loch Tay', 'Ouachita', 'Triple Crown', образцов ЭЛС LN-14, ОС LN-1 и ОС LN-7. У сортов 'Chester' и 'Natchez' коэффициенты вариации выше 30,0%, но в то же время максимальные значения АК в плодах 51,0 и 71,3 мг/100 г соответственно, что говорит о потенциальных возможностях данных генотипов.

Наши исследования подтверждают высказывания других авторов о том, что ежевика – богатый источник фенольных соединений (табл. 2).

В плодах исследуемых сортов и гибридных сеянцев ежевики выявлено высокое содержание антоциановых веществ – $492,1 \pm 22,1$ мг/100 г, при среднем размахе варьирования (V = 22,4%) от $280,4 \pm 69,8$ (С-ц Black Satin) до $717,7 \pm 74,8$ мг/100 г ('Chester') (см. табл. 2). Необходимо отметить, что даже минимальное значение антоцианов в плодах ежевики значительно выше, чем у других ягодных культур. Так, среднее содержание антоцианов в плодах красной смородины, выращенной в этих же условиях, – 82,0 мг/100 г (Makarkina, 2009), черной смородины – 185,6 мг/100 г (Knyazev et al., 2016).

Более 500,0 мг/100 г антоцианов в плодах накапливали сорта 'Brzezina', 'Black Satin', 'Chester', 'Natchez', 'Ouachi-

ta', 'Triple Crown', отборные сеянцы сорта 'Loch Ness' № 1, № 5, № 10 и элитные сеянцы сорта 'Loch Ness' № 4, № 14, а также контроль – сорт 'Thornfree'. Наибольшая стабильность признака (V < 20,0%) отмечена у 'Black Satin', 'Ouachita' и ЭЛС LN-14. Кроме того, низкие коэффициенты вариации были получены у отборного сеянца сорта 'Loch Ness' № 12 (V = 6,3%) и ЭЛС LN-13 (V = 8,2%) при среднем значении содержания антоцианов в плодах 470,4 и 478,5 мг/100 г соответственно. Перечисленные сорта и формы являются ценными источниками высокого содержания антоцианов в плодах для использования в селекции в качестве родительских форм.

Среднее содержание катехинов в плодах в зависимости от генотипа изменялось в меньшей степени (см. табл. 2), чем антоцианов, о чем свидетельствует коэффициент вариации – 18,7%, и составило $206,7 \pm 7,7$ мг/100 г с пределами разнообразия от $103,7 \pm 12,0$ ('Cacanska Bestrna') до $277,1 \pm 45,1$ мг/100 г (С-ц LN-7). Около половины изучаемых объектов содержали катехинов в ягодах более 210,0 мг/100 г (выше среднего значения): 'Brzezina', 'Chester', 'Erie', 'Natchez', С-ц Black Satin, С-ц Cheyenne, С-ц LN-3, С-ц LN-5, С-ц LN-7, С-ц LN-8, С-ц LN-10, ЭЛС LN-14, контрольный сорт 'Agawam', из них стабильность признака установлена у сортов 'Agawam', 'Brzezina', 'Erie', ЭЛС LN-13 (V < 20,0%).

Лейкоантоцианы – фенольные вещества, при обработке минеральными кислотами переходящие в антоцианы. На этом свойстве и основан метод их определения. Они обладают меньшей Р-витаминной активностью по сравнению с катехинами, но их роль заключается в сохранности цвета продукта при переработке (Upadyshev, 2008).

В количественном соотношении в плодах изученных нами образцов ежевики лейкоантоцианов накапливалось несколько больше, чем катехинов (см. табл. 2). Выявлена значительная сортовая изменчивость признака «лейкоантоцианы» по сравнению с антоцианами и катехинами, подтвержденная высоким коэффициентом вариации (V = 39,1%) и сильным размахом варьирования – от $132,3 \pm 14,6$ ('Erie') до $539,7 \pm 108,5$ мг/100 г ('Loch Tay'). Содержание лейкоантоцианов в плодах выше среднего значения (более 250 мг/100 г) отмечено у сортов 'Brzezina', 'Loch Tay', 'Ouachita', 'Triple Crown', отборных форм С-ц Black Satin, С-ц Cheyenne, С-ц LN-1, С-ц LN-3, С-ц LN-12. На накопление лейкоантоцианов в большей степени, чем на накопления антоцианов и катехинов, оказывали влияние внешние факторы вегетационного периода: так, коэффициент вариации у сортов по антоцианам находился в пределах 6,3...61,2; по катехинам – 10,2...81,0; по лейкоантоцианам – 11,4...102,9%. Лишь у одной отборной формы С-ц LN-7 выявлена стабильность изучаемого признака (V = 11,4%), но количество данного вещества было ниже среднего значения ($176,0 \pm 11,6$ мг/100 г).

По сумме фенольных соединений в плодах сорта и гибридных формы были распределены на три группы (табл. 3): лишь у шести из них сумма фенольных веществ была ниже 850 мг/100 г, у девяти находилась в пределах 850–999 мг/100 г и у десяти – более 1000 мг/100 г. Наивысшие показатели (более 1000 мг/100 г) отмечены у сортов 'Brzezina', 'Ouachita', 'Chester', 'Loch Tay', 'Triple Crown', отборных сеянцев сорта 'Loch Ness' № 1, № 3, № 5, № 10, ЭЛС LN-14. Среднее содержание суммы фенольных соединений составило 951 ± 30 мг/100 г, размах варьирования – от 622 ('Cacanska Bestrna') до 1297 мг/100 г ('Triple Crown'), коэффициент вариации – 15,7%.

Таблица 1. Характеристика генофонда ежевики по содержанию в плодах аскорбиновой кислоты (мг/100 г сырой массы) (среднее за 2017–2021 гг.; ВНИИСПК, Орел)**Table 1. Ascorbic acid content (mg/100 g fresh weight) in blackberry fruits (average for 2017–2021; VNIISPK, Orel)**

Сорт, отборный сеянец	Среднее, $\bar{x} \pm m$	Пределы изменчивости	Коэффициент вариации, V%
Agawam (контроль)	19,6 ± 5,7	7,9–35,2	58,2
Brzezina	17,2 ± 6,1	9,7–35,2	70,5
Black Satin	28,8 ± 3,2	22,9–35,2	22,1
Cacanska Bestrna	27,6 ± 3,1	22,0–28,2	19,3
Chester	36,1 ± 4,9	29,9–51,0	30,5
Erie	12,2 ± 1,1	8,8–15,2	20,7
Loch Tay	27,0 ± 4,2	21,1–35,2	27,2
Natchez	32,7 ± 9,8	18,5–71,3	67,2
Ouachita	25,6 ± 2,5	19,4–30,8	19,6
Thornfree (контроль)	20,5 ± 0,8	16,7–24,6	2,4
Triple Crown	25,5 ± 3,4	20,2–38,7	29,5
С-ц* Black Satin	20,8 ± 4,5	10,6–34,3	48,3
С-ц LN**-1	26,7 ± 3,9	19,4–32,6	25,1
С-ц LN-2	18,9 ± 5,0	11,4–29,9	52,4
С-ц LN-3	20,7 ± 3,6	10,6–29,9	39,0
С-ц LN-5	24,4 ± 4,4	9,7–35,2	43,9
С-ц LN-6	18,8 ± 6,1	10,6–30,8	56,6
С-ц LN-7	26,6 ± 2,7	20,2–33,4	20,5
С-ц LN-8	21,3 ± 4,7	8,8–31,7	49,1
С-ц LN-10	23,2 ± 3,9	15,0–36,1	37,7
С-ц LN-12	21,7 ± 6,9	7,9–29,9	55,3
ЭЛС LN-4	17,9 ± 2,2	14,1–29,0	32,5
ЭЛС LN-13	21,1 ± 6,3	9,7–37,7	59,8
ЭЛС LN-14	25,9 ± 3,3	15,0–34,3	28,4
ЭЛС Cheyenne	13,0 ± 2,2	7,9–21,1	37,8
Среднее, \bar{x}	22,9	-	-
Ошибка, m	1,1	-	-
Минимальное	12,2	7,9	2,4
Максимальное	36,1	71,3	67,2
Коэффициент вариации, V%	24,0	-	-

Примечание: С-ц* – сеянец; С-ц LN** – сеянцы от свободного опыления сорта 'Loch Ness'

Note: С-ц* – seedling; С-ц LN** – seedlings from free pollination of cv. 'Loch Ness'

Таблица 2. Содержание антоцианов, катехинов и лейкоантоцианов (мг/100 г сырой массы) в плодах ежевики (среднее за 2017–2021 гг.; ВНИИСПК, Орел)**Table 2. The content of anthocyanins, catechins and leucoanthocyanins (mg/100 g fresh weight) in blackberry fruits (average for 2017–2021; VNIISPK, Orel)**

Сорт, отборный сеянец	Антоцианы		Катехины		Лейкоантоцианы	
	$\bar{x} \pm m$	V,%	$\bar{x} \pm m$	V,%	$\bar{x} \pm m$	V,%
Agawam (контроль)	343,0 ± 87,0	50,3	233,8 ± 18,3	18,3	233,4 ± 51,5	44,1
Brzezina	511,3 ± 126,0	49,3	222,5 ± 19,2	17,2	271,3 ± 74,8	55,1
Black Satin	653,6 ± 50,8	15,5	161,1 ± 38,9	48,3	139,8 ± 18,1	22,4
Cacanska Bestrna	371,5 ± 86,1	40,1	103,7 ± 12,0	20,0	147,2 ± 22,1	26,1
Chester	717,7 ± 74,8	23,3	216,0 ± 78,2	81,0	191,5 ± 39,0	35,2
Erie	332,5 ± 79,1	53,2	213,7 ± 11,1	11,6	132,3 ± 14,6	22,1
Loch Tay	443,0 ± 108,5	42,4	187,9 ± 27,4	25,3	539,7 ± 108,5	72,8
Natchez	545,1 ± 54,7	22,4	237,7 ± 31,0	29,2	168,4 ± 11,7	26,2
Ouachita	540,2 ± 44,7	16,6	187,2 ± 47,6	50,9	356,8 ± 77,4	43,4
Thornfree (контроль)	501,0 ± 49,4	31,2	148,5 ± 12,8	27,3	216,9 ± 38,7	56,9
Triple Crown	662,4 ± 73,6	24,8	162,6 ± 19,6	27,0	471,9 ± 152,8	72,4
С-ц* Black Satin	280,3 ± 69,7	60,9	228,4 ± 28,0	29,9	358,9 ± 116,0	79,8
С-ц LN-1**	537,8 ± 86,0	27,9	192,0 ± 35,5	32,0	293,7 ± 104,0	61,1
С-ц LN-2	399,0 ± 74,5	37,3	199,0 ± 22,1	23,0	181,6 ± 34,9	39,0
С-ц LN-3	478,2 ± 72,8	34,0	238,0 ± 34,0	31,8	314,0 ± 43,2	31,1
С-ц LN-5	582,7 ± 69,4	29,7	274,7 ± 33,3	30,2	195,0 ± 22,6	26,0
С-ц LN-6	485,4 ± 53,4	19,1	184,2 ± 21,9	20,6	220,0 ± 60,3	47,3
С-ц LN-7	534,3 ± 136,1	50,9	277,1 ± 45,1	32,3	176,0 ± 11,6	11,4
С-ц LN-8	477,9 ± 94,5	44,2	242,5 ± 41,7	38,4	232,9 ± 31,7	27,2
С-ц LN-10	504,3 ± 95,2	42,2	249,4 ± 64,2	51,5	249,3 ± 51,3	35,7
С-ц LN-12	470,4 ± 17,2	6,3	183,5 ± 43,3	40,8	262,0 ± 55,8	36,9
ЭЛС LN-4	528,5 ± 53,6	26,8	192,8 ± 22,2	30,5	233,9 ± 49,1	52,3
ЭЛС LN-13	478,5 ± 19,7	8,2	184,7 ± 9,5	10,2	185,3 ± 27,4	25,6
ЭЛС LN-14	613,0 ± 38,7	14,1	238,6 ± 31,4	29,5	224,4 ± 55,0	49,0
ЭЛС Cheyenne	310,3 ± 84,9	61,2	236,2 ± 47,5	45,0	285,7 ± 131,5	102,9
Среднее, \bar{x}	492,1	-	206,7	-	251,3	-
Ошибка, m	22,1	-	7,7	-	19,7	-
Минимальное	280,4	6,3	103,7	10,2	132,3	11,4
Максимальное	717,7	61,2	277,1	81,0	539,7	102,9
Коэффициент вариации, V,%	22,4	-	18,7	-	39,1	-

Примечание: С-ц* – сеянец; С-ц LN** – сеянцы от свободного опыления сорта 'Loch Ness'

Note: С-ц* – seedling; С-ц LN** – seedlings from free pollination of cv. 'Loch Ness'

Были рассчитаны коэффициенты корреляции между содержанием АК и отдельными компонентами фенольного комплекса в плодах ежевики (табл. 4). На основании сделанных расчетов выявлены достоверные положительные связи средней степени между содержанием АК и антоцианов, АК и суммой фенольных соединений.

По комплексу признаков (содержание аскорбиновой кислоты и фенольных соединений) выделены генотипы, представляющие интерес как источники высокого содержания биологически активных веществ: 'Black Satin', 'Cacanska Bestrna', 'Chester', 'Natchez', 'Triple Crown', ЭЛС LN-14, ОС LN-1 и ОС LN-7.

Таблица 3. Ранжирование сортов, элитных и отборных сеянцев ежевики по сумме фенольных соединений в плодах (среднее за 2017–2021 гг.; ВНИИСПК, Орел)**Table 3. Distribution of blackberry cultivars, elite and selected seedlings according to the amount of phenolic compounds in fruits (average for 2017–2021; VNIISPK, Orel)**

Содержание суммы фенольных соединений, мг/100 г сырой массы		
≤ 849	850–999	≥ 1000
Cacanska Bestrna (622) Erie (679) С-ц LN-2 (780) Agawam (810) С-ц Cheyenne (832) ЭЛС LN-13 (849)	Thornfree (866) С-ц Black Satin (869) С-ц LN-6 (890) С-ц LN-12 (916) Natchez (951) С-ц LN-8 (953) Black Satin (955) ЭЛС LN-4 (955) С-ц LN-7 (987)	С-ц LN-10 (1003) Brzezina (1005) С-ц LN-1 (1023) С-ц LN-3 (1030) LN-5 (1052) ЭЛС LN-14 (1076) Ouachita (1084) Chester (1125) Loch Tay (1171) Triple Crown (1297)

Таблица 4. Коэффициенты корреляции (r) между содержанием АК (мг/100 г) и содержанием фенольных соединений (мг/100 г) в плодах ежевики**Table 4. Correlation coefficients (r) between the content of ascorbic acid (mg/100 g) and the content of phenolic compounds (mg/100 g) in blackberry fruits**

Показатель	Антоцианы	Катехины	Лейкоантоцианы	Сумма фенольных соединений
Аскорбиновая кислота	+0,664	-0,098	+0,016	+0,477

Выводы

Проведенное исследование биохимического состава 25 образцов ежевики генофонда Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК) по содержанию аскорбиновой кислоты и фенольных соединений в плодах подтвердили ценность этой культуры, выращиваемой в условиях Орловской области. Как источники антиоксидантов выделены генотипы с высокими значениями содержания биологически активных веществ в плодах: Р-активных веществ (катехинов, лейкоантоцианов, антоцианов и их суммы) и витамина С (аскорбиновой кислоты). Установлено, что все сорта и гибридные сеянцы являются богатым источником антоцианов (более 250 мг/100 г). Получены коэффициенты корреляции, свидетельствующие о присутствии средней степени прямолинейной связи между содержанием аскорбиновой кислоты и антоциановых веществ ($r = +0,664$), аскорбиновой кислоты и суммой фенольных соединений ($r = +0,477$).

По комплексу признаков (аскорбиновая кислота и фенольные соединения) выделены генотипы как источники высокого содержания биологически активных веществ: 'Black Satin', 'Cacanska Bestrna', 'Chester', 'Natchez', 'Triple Crown', ЭЛС LN-14, ОС LN-1 и ОС LN-7, представляющие интерес для дальнейшего использования в качестве родительских форм в селекционных программах по созданию новых перспективных генотипов с высокой антиоксидантной активностью плодов.

References / Литература

- Abeysuriya H.I., Bulugahapitiya V.P., Pulukkuttige J.L. Total vitamin C, ascorbic acid, dehydroascorbic acid, antioxidant properties, and iron content of underutilized and commonly consumed fruits in Sri Lanka. *International Journal of Food Science*. 2020;2020:4783029. DOI: 10.1155/2020/4783029
- Al-Obaidi Z.M.J., Hussain Y.A., Ali A.A., Al-Rekabi M.D. The influence of vitamin-C intake on blood glucose measurements in COVID-19 pandemic. *Journal of Infection in Developing Countries*. 2021;15(2):209-213. DOI: 10.3855/jidc.13960
- Berretta M., Quagliariello V., Maurea N., Di Francia R., Sharifi S., Facchini G. et al. Multiple effects of ascorbic acid against chronic diseases: Updated evidence from pre-clinical and clinical studies. *Antioxidants*. 2020;9(12):1182. DOI: 10.3390/antiox9121182
- Bruignara E.C. Produção, época de colheita e qualidade de cinco variedades de amoreira-preta em Chapecó, SC. *Agropecuária Catarinense*. 2017;29(3):71-75. [in Portuguese]
- Clark J.R., Finn C.E. Blackberry cultivation the world. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2014;36(1):46-57. DOI: 10.1590/0100-2945-445/13
- Ermakov A.I. (ed.). Methods of biochemical research on plants (Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy). Leningrad; 1987. [in Russian] (Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. Ленинград; 1987).

- Gruner L.A. Adaptive capabilities of blackberries in conditions of Orel Region. *Contemporary Horticulture*. 2019;(3):27-41. [in Russian] [Грюнер Л.А. Адаптационные возможности ежевики в условиях Орловской области. *Современное садоводство – Contemporary horticulture*. 2019;(3):27-41]. DOI: 10.24411/2312-6701-2019-10305
- Gruner L.A., Kornilov B.B. Priority trends and prospects blackberry breeding in conditions of Central Russia. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;24(5):489-500. DOI: 10.18699/VJ20.641
- Guedes M.N.S., Pio R., Maro L.A.C., Lage F.F., de Abreu C.M.P., Saczk A.A. Antioxidant activity and total phenol content of blackberries cultivated in a highland tropical climate. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 2017;39(1):43-48. DOI: 10.4025/actasciagron.v39i1.28413
- Iqbal K., Khan A., Khattak M.M.A.K., Biological significance of ascorbic acid (vitamin C) in human health – a review. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2004;3(1):5-13. DOI: 10.3923/pjn.2004.5.13
- Kaume L., Howard L.R., Devareddy L. The blackberry fruit: a review on its composition and chemistry, metabolism and bioavailability, and health benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60(23):5716-5727. DOI: 10.1021/jf203318p
- Knyazev S.D., Levgerova N.S., Makarkina M.A., Pikunova A.V., Salina E.S., Chekalin E.I., Yanchuk T.V., Shavyrkina M.A.. Black currant breeding: methods, achievements, trends (Selektsiya chernoy smorodiny: metody, dostizheniya, napravleniya. Orel: VNIISPK; 2016. [in Russian] [Князев С.Д., Левгерова Н.С., Макаркина М.А., Пикунова А.В., Салина Е.С., Чекалин Е.И., Янчук Т.В., Шавыркина М.А. Селекция черной смородины: методы, достижения, направления. Орел: ВНИИСПК; 2016).
- Lester E.G. Environmental regulation of human health nutrients (ascorbic acid, β -carotene, and folic acid) in fruits and vegetables. *HortScience*. 2006;41(1):59-64. DOI: 10.21273/hortsci.41.1.59
- Lima G., Vianello F., Corrêa C., Campos R., Borguini M. Polyphenols in fruits and vegetables and its effect on human health. *Food and Nutrition Sciences*. 2014;5(11):1065-1082. DOI: 10.4236/fns.2014.511117
- Liu R.H. Dietary bioactive compounds and their health implications. *Journal of Food Science*. 2013;78 Suppl 1:18-25. DOI: 10.1111/1750-3841.12101
- Makarkina M., Gruner L., Vetrova O., Matnasarova D. The accumulation of sugars and organic acids in blackberry fruit in the conditions of Central Russia. *BIO Web of Conferences*. 2021;36:02006. DOI: 10.1051/bioconf/20213602006
- Makarkina M.A. Apple and red currant breeding for the improvement of chemical composition of fruits (Selektsiya yabloni i smorodiny krasnoy na uluchsheniye khimicheskogo sostava plodov) [dissertation]. Bryansk; 2009. [in Russian] [Макаркина М.А. Селекция яблони и смородины красной на улучшение химического состава плодов: дис. ... докт. с.-х. наук. Брянск; 2009]. URL: <https://www.dissercat.com/content/selektsiya-yabloni-i-smorodiny-krasnoi-na-uluchsheniye-khimicheskogo-sostava-plodov> [дата обращения: 09.12.2021].
- Moraes D.P., Lozano-Sánchez J., Machado M.L., Vizzotto M., Lazzaletti M., Leyva-Jimenez F.J.J. et al. Characterization of a new blackberry cultivar BRS Xingu: chemical composition, phenolic compounds, and antioxidant capacity *in vitro* and *in vivo*. *Food Chemistry*. 2020;322:126783. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126783
- Pleshkov B.V. Practical guide to plant biochemistry (Praktikum po biokhimmii rasteniy). Moscow: Kolos; 1976. [in Russian] [Плешков Б.В. Практикум по биохимии растений. Москва: Колос; 1976].
- Ravetti S., Clemente C., Brignone S., Hergert L., Allemandi D., Palma S. Ascorbic acid in skin health. *Cosmetics*. 2019; 6(4):58. DOI: 10.3390/cosmetics6040058
- Reyes-Carmona J., Yousef G.G., Martínez-Peniche R.A., Lila M.A. Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus* sp.) produced in different climatic regions. *Journal of Food Science*. 2006;70(7):497-503. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.tb11498.x
- Rodriguez-Mateos A., Vauzour D., Krueger C.G., Shanmuganayagam D., Reed J., Calani L. et al. Bioavailability, bioactivity and impact on health of dietary flavonoids and related compounds: an update. *Archives of Toxicology*. 2014;88(10):1803-1853. DOI: 10.1007/s00204-014-1330-7
- Samorodova-Bianki G.B., Streltsina S.A. Research on biologically active substances in fruits. Guidelines (Issledovaniye biologicheskii aktivnykh veshchestv plodov. Metodicheskiye ukazaniya). Leningrad: VIR; 1989. [in Russian] [Самородова-Бianки Г.Б., Стрельцина С.А. Исследование биологически активных веществ плодов. Методические указания. Ленинград: ВИР; 1989].
- Schulz M., Seraglio S.K.T., Betta F.D., Nehring P., Valesse A.C., Dagher H. et al. Blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott): Chemical composition, phenolic compounds and antioxidant capacity in two edible stages. *Food Research International*. 2019;122:627-634. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.01.034
- Sedova Z.A., Leonchenko V.G., Astakhov A.I. Cultivar assessment for chemical composition of fruits (Otsenka sortov po khimicheskomu sostavu plodov). In: E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (eds). *Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortozicheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur)*. Orel: VNIISPK; 1999. p.160-167. [in Russian] [Седова З.А., Леонченко В.Г., Астахов А.А. Оценка сортов по химическому составу плодов. В кн.: *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур* / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК; 1999. С.160-167).
- Skrovankova S., Sumczynski D., Mlcek J., Jurikova T., Sochor J. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International Journal of Molecular Sciences*. 2015;16(10):24673-24706. DOI: 10.3390/ijms161024673
- Strik B.C. A review of nitrogen nutrition of *Rubus*. *Acta Horticulturae*. 2008;777:403-410. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.777.61
- Takeda F., Handley D.A. A winter protection method for blackberries. *HortScience*. 2006;41(4):1011. DOI: 10.21273/HORTSCI.41.4.1011D
- Thomas R.H., Woods F.M., Dozier W.A., Ebel R.C., Nesbitt M., Wilkins B. et al. Cultivar variation in physicochemical and antioxidant activity of Alabama-grown blackberries. *Small Fruits Review*. 2005;4(2):57-71. DOI: 10.1300/J301v04n02_07
- Upadyshev M.T. The role of phenolic compounds in the vital activity of garden plants (Rol fenolnykh soyedineniy v protsessakh zhiznedeyatel'nosti sadovykh rasteniy). Moscow: VSTISP; 2008. [in Russian] [Упадышев М.Т. Роль фенольных соединений в процессах жизнедеятельности садовых растений. Москва: ВСТИСП; 2008].

Информация об авторах

Маргарита Алексеевна Макаркина, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, лаборатория биохимической и технологической оценки сортов и хранения, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия Орловская область, Орловский район, д. Жилина, makarkina@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7979-3426>

Оксана Альфредовна Ветрова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, лаборатория биохимической и технологической оценки сортов и хранения, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия Орловская область, Орловский район, д. Жилина, vetrova@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2868-323X>

Лидия Андреевна Грюнер, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, отдел селекции и сортоизучения ягодных культур, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия Орловская область, Орловский район, д. Жилина, gruner@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6551-4369>

Борис Борисович Корнилов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, отдел селекции и сортоизучения ягодных культур, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия Орловская область, Орловский район, д. Жилина, kornilov@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1039-044X>

Information about the authors

Margarita A. Makarkina, Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, makarkina@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7979-3426>

Oksana A. Vetrova, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, vetrova@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2868-323X>

Lidia A. Gruner, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, gruner@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6551-4369>

Boris B. Kornilov, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, kornilov@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1039-044X>

Вклад авторов: Макаркина М.А. – идея, постановка эксперимента, разработка цели, подготовка чернового варианта рукописи, обработка и анализ экспериментальных данных, подготовка обсуждения, выводов; Ветрова О.А. – постановка эксперимента по проведению биохимического анализа, обработка полученного первичного цифрового материала; Грюнер Л.А. – закладка коллекции, предоставление образцов для проведения эксперимента; Корнилов Б.Б. – закладка коллекции, предоставление образцов для проведения эксперимента.

Contribution of the authors: M.A. Makarkina – idea, experimental design, goal development, preparation of a draft version of the manuscript, processing and analysis of experimental data, preparation of discussion, conclusions; O.A. Vetrova – setting up an experiment to conduct biochemical analysis, processing of the obtained primary digital material; L.A. Gruner – laying the collection, providing accessions for the experiment; B.B. Kornilov – laying the collection, providing accessions for the experiment.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 21.03.2022; одобрена после рецензирования 20.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 21.03.2022; approved after reviewing on 20.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022.

Original article

UDC 634.1.054

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-67-73



Some phytochemicals and sugar contents of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes from Simav District, Kütahya Province, Turkey

Volkan Okatan¹, Muhammet Ali Gündeşli², Anna Yu. Melyanovskaya³, Olga V. Panfilova³, Nina G. Krasova³

¹ *Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Turkey*

² *Gaziantep University, Gaziantep, Turkey*

³ *Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel Province, Russia*

Corresponding authors: Volkan Okatan, okatan.volkan@gmail.com
and Anna Melyanovskaya, melyanovskaya@vniispk.ru

The purpose of this research was to determine the biochemical contents in black (*Morus nigra* L.) mulberry genotypes grown in Kütahya Province. Total soluble solids content, pH, titratable acidity, total phenolics, vitamin C, DPPH radical scavenging activity, and soluble sugars (fructose, glucose, and sucrose) of black mulberry genotypes were determined at the end of the study. The highest total phenolics value was detected in SIM02 (2995.16 mg GAE g⁻¹). The SIM03 genotype had the highest vitamin C content of 31.34 mg 100 g⁻¹. The study indicated that radical scavenging activity (DPPH) of 19.05 (SIM03) was the highest. In terms of the most valuable chemical composition, the SIM01, SIM02 and SIM03 genotypes can be suggested and used for future breeding reasons. It is desirable to take actions in Turkey to conduct an extensive conservation program for *Morus nigra* biodiversity.

Keywords: mulberry, phenolic compounds, organic acids, sugars

Acknowledgements: this research was conducted within the framework of the state task on the topic “Development of new competitive, adaptive cultivars of pome crops using innovative breeding methods and development of environmentally friendly elements of cultivation, processing and storage technologies” (FGZS-2022-0008).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Okatan V., Gündeşli M.A., Melyanovskaya A.Yu., Panfilova O.V., Krasova N.G. Some phytochemicals and sugar contents of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes from Simav District, Kütahya Province, Turkey. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):67-73. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-67-73

Научная статья
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-67-73

Некоторые фитохимические вещества и содержание сахара в генотипах шелковицы черной (*Morus nigra* L.) из района Симав провинции Кютахья (Турция)

В. Окатан¹, М. А. Гюндешли², А. Ю. Мельяновская³, О. В. Панфилова³, Н. Г. Красова³

¹ Эскишехирский университет Османгази, Эскишехир, Турция

² Газиантепский университет, Газиантеп, Турция

³ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, Орловская область, Россия

Авторы, ответственные за переписку: Волкан Окатан, okatan.volkan@gmail.com
и Анна Юрьевна Мельяновская, melyanovskaya@vniispk.ru

Целью данного исследования было определение биохимического содержания генотипов шелковицы черной (*Morus nigra* L.), выращенных в провинции Кютахья. В конце исследования определяли общее содержание растворимых сухих веществ, pH, титруемую кислотность, общее количество фенольных соединений, содержание витамина С, активность по удалению радикалов DPPH и содержание растворимых сахаров (фруктоза, глюкоза, сахароза) у генотипов шелковицы черной.

Наибольшее общее количество фенольных соединений было обнаружено в SIM02 (2995,16 мг GAE g⁻¹). Генотип SIM03 имел самое высокое содержание витамина С – 31,34 мг/100 г-1. Исследование показало, что активность поглощения радикалов (DPPH) 19,05 (SIM03) является самой высокой. С точки зрения наиболее ценного химического состава, генотипы SIM01, SIM02 и SIM03 могут быть предложены и использованы для целей будущей селекции. Желательно принять в Турции меры для проведения обширной программы сохранения биоразнообразия *Morus nigra*.

Ключевые слова: *Morus nigra* L., фенольные соединения, органические кислоты, сахара

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Создание новых конкурентоспособных, адаптивных сортов семечковых культур с использованием инновационных методов селекции и разработка экологически безопасных элементов технологии выращивания, переработки и хранения» (FGZS-2022-0008).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Окатан В., Гюндешли М.А., Мельяновская А.Ю., Панфилова О.В., Красова Н.Г. Некоторые фитохимические вещества и содержание сахара в генотипах шелковицы черной (*Morus nigra* L.) из района Симав провинции Кютахья (Турция). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):67-73. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-67-73

Introduction

Morus L. is the genus of a flowering plant in the Moraceae family that is generally known as mulberry. Its plants can be found in Asia's subtropical regions (such as India, China, Japan, and Korea), Africa, Europe, and North America. *Morus nigra* L., also known as black mulberry, originated in South-western Asia. For centuries, it has been cultivated all over the Mediterranean and Europe. Although *M. nigra*'s pharmacological and biological activities have been studied less extensively than those of *M. alba* L., a lot of bioactive compounds isolated from *M. nigra* have also been used as traditional drugs for humans and animals due to their anti-inflammatory and analgesic effects (Hussain et al., 2017). However, in most European countries mulberry is cultivated for fruit production, not for leaves (Pawlowska et al., 2010). Mulberry has been used for silk worm production in Asian countries because its leaves are a large and significant nutrition source for silk worms (*Bombyx mori* L.) (Vijayan et al., 1997). Meanwhile, mulberry fruits are commonly used to make marmalades, jams, wine, vinegars, juices, and cosmetic items in most European countries (Natić et al., 2014; Polat et al., 2020). Traditional herbal treatments have also utilized various components of mulberry bushes (Sánchez-Salcedo et al., 2016). The most characteristic bioactive chemicals found from Sang-Bai-Pi (Chinese name for root barks of *Morus* species) are stilbenes, flavonoids, Diels-Alder-type adducts, benzofurans and polyhydroxylated alkaloids (Wei et al., 2016). Biochemical composition of most berry crops depends on weather conditions (Şelale, Alben, 2013; Panfilova et al., 2021a; Panfilova et al., 2021b; Panfilova et al., 2022). Berry crops, including *Morus*, are a good source of natural antioxidants containing a number of various antioxidant components which provide protection from harmful free radicals and are connected with a lower level of diseases and death because of cancer and heart disorders, in addition to a number of other advantages for health (Yang et al., 2014; Sánchez-Salcedo et al. 2015; Sánchez-Salcedo et al., 2016; Tekler, Altındişli, 2021). An interesting complex ability of pectins from *M. nigra* berries has been revealed in respect to lead ions (Pb²⁺). The degree of lead ion extraction by pectins is 67.7%, which is significantly higher than that by water soluble polysaccharides (22.1%) (Vakhrusheva et al., 2014). In nature, black mulberry is extremely helpful for medicine and chemistry, and it is becoming increasingly important in illness prevention and therapy. The goal of this research was to identify the most essential biochemical features of seven mulberry (*M. nigra*) genotypes from Turkey and nominate the most beneficial for preservation, future research, and breeding.

Material and method

Study area

Simav District is included in the Aegean Region. The altitude is 830 meters. Its area is 1,557 km². The district also shows diversity as a river basin. Simav is the gateway area between the Aegean and Central Anatolian Regions and is located in the continental climate zone. The annual mean temperature is 11.4 degrees. Average precipitation is 854 mm.

Fruit material

Fruits of seven different native black mulberry genotypes were harvested in Simav, Turkey's Aegean Region. The trees were naturally developed and were close to being fifty years old. The numbers SIM01 to SIM07 were assigned to each genotype discovered. The harvesting took place in 2018 and

2019, when the fruits of the genotypes under investigation had achieved commercial maturity. Three replicates were employed, with each repeat including 30 uniform mulberry genotype fruits. The fruits collected from the genotypes were then taken to the lab for testing.

Total soluble solids content, pH, and titratable acidity

At room temperature, the total soluble solids content (TSS) was evaluated using a digital refractometer (Model HI-96801 Hanna, Germany). A Hanna-HI 98103 pH meter was used to measure the pH value, which was calibrated using pH 4.0 and 7.0 buffer solutions. Titratable acidity was determined by titrating the sample with 0.1 NaOH until the pH reached 8.01, and the result was stated as percent citric acid equivalent.

Determination of total phenolics

The Folin-Ciocalteu phenol reagent technique was used to calculate total phenolics in mulberry genotypes (Singleton, Rossi, 1965). A spectrophotometer (Jasco V-530) was used to measure absorbance at 765 nm. The total phenolic content of the extract was measured in milligrams of gallic acid equivalents (GAE) per liter.

Determination of vitamin C

Juice samples were obtained after mashing and sifting the fruit of mulberry genotypes. Vitamin C analysis was performed on the juice samples. The samples were homogenized by centrifugation, and the supernatant was treated with 400 mL oxalic acid (0.4 percent) and 4.5 mL 2,6-dichlorofenolindofenol solution. The data were spectrophotometrically read against a blank at a wavelength of 520 nm.

Analysis of DPPH radical scavenging activity

The method of Brand-Williams et al. (1995) was used to determine DPPH radical scavenging activity. Before the analysis, the DPPH solution was newly produced. After that, 1 mL of 10⁻⁴ M DPPH in methanol was transferred to a glass tube coated with aluminum foil. To the DPPH solution, 3 mL samples of the produced 0, 3, 1.25, 6.25, 12.5, 25, 50, 100, 200, and 400 g mL⁻¹ antioxidant solutions in methanol were added. In the control tubes, 3 mL of pure methanol was used instead of the antioxidant solution. After 30 minutes in the dark and at room temperature, the samples' absorbance was measured against methanol at 517 nm. As standards, ascorbic acid and Trolox were utilized (Somparn et al., 2007; Mishra et al., 2012). The following equation was used to compute the percentage of DPPH scavenging activity:

$$\% \text{ DPPH} = [(Ac - As) / Ac] \times 100,$$

where Ac is the absorbance of the negative control (containing the extraction solvent instead of the sample) and as is the absorbance of the samples.

The results were expressed as EC50 (µg mL⁻¹).

Determination of soluble sugars

Sugar (fructose, glucose, and sucrose) assays were performed using a modified Melgarejo et al. (2000) method. At a temperature of 4°C, 5 mL of fruit juice was centrifuged for 2 minutes at 15,000 rpm. A SEP-PAKC18 cartridge was used to filter the supernatants. With a Bondapak-NH2 column and a refractive index detector, HPLC measurements were obtained using 85 percent acetonitrile as the liquid phase (IR). For sugar estimations, fructose and glucose standards were utilized.

Statistical analysis

The mean SE was used to depict descriptive statistics of the investigated parameters. Analysis of variance (ANOVA) was used to examine the experimental data, and Duncan's multiple range test was used to determine significant differences between the means of three replicates (p 0.05) using the SPSS 20 for Windows.

Results and discussion

All genotypes had statistically significant differences in total soluble solids content (TSS), pH, and titratable acidity ($p < 0.05$). (Table 1). The fruits of the SIM07 genotype (19.55°Brix) had the highest TSS among the genotypes evaluated. The SIM05 genotype had the greatest pH value of 4.44, while the SIM02 genotype had the lowest pH value of 4.18. The titratable acidity concentration was found to be between 1.81% (SIM05) and 1.98% percent (SIM07).

M. Polat (2020), in a study conducted in Hatay, Turkey, four identified different mulberry types in the region. Fruits harvested at different times were examined for TSS, pH, and titratable acid values. TSS was found between 13.73% and 16.01%, and titratable acid content between 0.06% and 1.00%. Akbulut et al. (2006) aimed to determine the chemical properties and mineral content in black mulberry, purple mulberry, white mulberry and seedless white mulberry cultivars. In the study, the TSS in a black mulberry variety was determined as 29.5%, pH as 5.41, and titratable acid as 0.27%.

At a statistically significant level, total phenolics, vitamin C content, and radical scavenging activity (DPPH) were significantly different in all genotypes, $p < 0.05$ (Table 2).

In terms of total phenolic content, there were differences between the genotypes. The SIM02 genotype had the greatest total phenolic value of 2995.16 mg GAE g⁻¹, while the SIM04 genotype had the lowest total phenolics value of 2118.79 mg GAE g⁻¹. The SIM03 genotype had the highest vitamin C content of 31.34 mg 100 g⁻¹, and the SIM06 genotype had the lowest value of 22.22 mg 100 g⁻¹. The study indicated that radical scavenging activity (DPPH) ranged from 19.05 (SIM03) to 26.93% (SIM05).

The weather conditions of the growing season (2018/2019) did not differ much. Changes in the set of biochemical traits were more associated with genotypic features, therefore, the content of vitamin C, DPPH, and phenolic compounds in most of the studied samples did not differ much from the average values. The exception was in 3 genotypes (SIM01, SIM02, SIM03) which had statistically significant differences from the average indicators of biochemical traits for this region (Kütahya Province of Turkey).

Y. Huo (2004) researched ten species of mulberry (*M. atropurpurea* Roxb) from China's Guangdong region and found that the mean vitamin C concentration was 10.02 mg 100 g⁻¹. The chemical, physicochemical and mineral salt distributions of four different mulberry species taken from Gaziantep, Konya and Malatya Districts were determined by Akbulut

Table 1. Total soluble solids content (TSS, Brix), pH and titratable acidity values (%) of mulberry genotypes

Таблица 1. Общее содержание растворимых сухих веществ (TSS, Brix), pH и показателей титруемой кислотности (%) у генотипов шелковицы

Genotypes	TSS	pH	Titratable acidity
SIM01	18.95 ± 1.16 c	4.13 ± 0.11 g	1.87 ± 0.14 d
SIM02	19.13 ± 1.18 b	4.18 ± 0.25 f*	1.90 ± 0.03 c
SIM03	117.67 ± 0.92 g	4.25 ± 0.43 e	1.94 ± 0.06 b
SIM04	17.97 ± 0.64 e	4.42 ± 0.12 b	1.77 ± 0.02 g
SIM05	18.32 ± 0.09 d	4.44 ± 0.06 a	1.81 ± 0.07 f*
SIM06	17.48 ± 0.17 f*	4.33 ± 0.04 d	1.83 ± 0.08 e
SIM07	19.55 ± 0.16 a	4.40 ± 0.18 c	1.98 ± 0.09 a

Note: difference between means designated with the same letter in the same column is not significant at 0.05 level

Примечание: различие между средними, обозначенными одной и той же буквой в одном столбце, недостоверно на уровне 0,05

Table 2. Total phenolics, vitamin C, and DPPH of mulberry genotypes

Таблица 2. Общее количество фенольных соединений, витамина С и DPPH у генотипов шелковицы

Genotypes	Total phenolics (mg GAE g ⁻¹)	Vitamin C (mg 100 g ⁻¹)	DPPH (%)
SIM01	2801.16 ± 4.22 b	21.44 ± 1.63 g	18.34 ± 0.35 g
SIM02	2995.16 ± 5.18 a	29.43 ± 0.98 b	25.73 ± 0.12 b
SIM03	2050.93 ± 15.24 g	31.47 ± 0.48 a	19.05 ± 0.16 f*
SIM04	2118.79 ± 12.39 f*	25.24 ± 0.19 d	21.60 ± 0.64 d
SIM05	2402.63 ± 13.85 d	26.37 ± 3.16 c	26.93 ± 0.22 a
SIM06	2509.67 ± 10.46 c	22.22 ± 2.88 f*	22.56 ± 0.18 c
SIM07	2156.06 ± 9.65 e	22.65 ± 0.91 e	19.39 ± 0.27 e

Note: difference between means designated with the same letter in the same column is not significant at 0.05 level

Примечание: различие между средними, обозначенными одной и той же буквой в одном столбце, недостоверно на уровне 0,05

Table 3. Sugar content of mulberry genotypes**Таблица 3. Содержание сахаров у генотипов шелковицы**

Genotypes	Glucose (g 100 g ⁻¹)	Fructose (g 100 g ⁻¹)	Sucrose (g 100 g ⁻¹)
SIM01	10.39 ± 0.22 a	5.96 ± 0.11 f*	1.52 ± 0.04 c
SIM02	9.21 ± 0.19 b	8.89 ± 0.14 a	1.29 ± 0.03 d
SIM03	7.97 ± 0.17 e	7.99 ± 0.12 b	1.24 ± 0.04 e
SIM04	7.81 ± 0.08 f*	7.63 ± 0.11 c	1.09 ± 0.07 f*
SIM05	7.22 ± 0.14 g	6.87 ± 0.23 d	1.17 ± 0.02 e
SIM06	8.10 ± 0.28 d	6.60 ± 0.18 e	1.80 ± 0.08 b
SIM07	8.67 ± 0.19 c	5.79 ± 0.04 g	2.15 ± 0.06 a

Note: difference between means designated with the same letter in the same column is not significant at 0.05 level

Примечание: различие между средними, обозначенными одной и той же буквой в одном столбце, недостоверно на уровне 0,05

et al. (2006), V. Okatan (2018). As a consequence of the research, red mulberry fruits had the greatest ascorbic acid content (12.45 mg 100 g⁻¹). The total phenolic content ranged from 114.3 to 354.5 mg 100 g⁻¹. According to I. Karacali (2012), fruit species can be divided into three groups based on their vitamin C concentration: poor, medium, and rich, with the mulberry fruit falling into the middle group in terms of vitamin C content. According to S. Ercişli, E. Orhan (2008), the vitamin C content in fruits of mulberry genotypes grown in Northeastern Turkey ranged from 14.9 to 18.8 mg 100 mL⁻¹. S. Ercişli and E. Orhan (2007) determined the vitamin C content of white, red, and black mulberries to be 22.4, 19.4, and 21.8 mg 100 mL⁻¹, respectively. Antioxidant activity in *M. nigra* was previously reported to be 15.037–24.443 M TE g⁻¹ (Ozkaya, 2015). In the report on the identification of phenolic acids and antioxidant activity in the extracts of three species (*M. nigra*, *M. alba* and *M. laevigata* Wall.) cultivated in Pakistan, the content of phenolics was in the range of 3.89 to 11.79 mmol/100 g of the gallic acid equivalent, while the antioxidant activity by DPPH analysis was in the range of 22.85 to 76.88 μmol/100 g of the quercetin equivalent. The sugar concentration in different samples fluctuated in the range of 36.56–82.15 mmol/100 g of the sucrose equivalent (Memon et al., 2010).

In *M. nigra* fruits, total phenolic content ranged within 1515–2570 GAE mg g⁻¹ (Bae, Suh, 2007; Lin, Tang, 2007; Sánchez-Salcedo et al., 2015). The chemical makeup of mulberry varieties and cultivars is highly differentiated, as evidenced by the parallelism among current investigations and cited references.

There were statistically significant differences ($p < 0.05$) in sugar concentration among the genotypes of black mulberry (Table 3). The highest glucose value was 10.39 g 100 g⁻¹ for the SIM01 genotype, whereas the lowest glucose value was 7.81 g 100 g⁻¹ for the SIM04 genotype. The SIM02 genotype had the highest fructose content, at 8.89 g 100 g⁻¹, while the SIM01 genotype had the least, at 5.96 g 100 g⁻¹. According to the research, sucrose values ranged from 1.09 (SIM04) to 2.15 g 100 g⁻¹ (SIM06).

Citric and malic acids are concentrated as the organic acids found in the fruits of *M. nigra* varieties are widely diverse, according to M. Özgen et al. (2009) and E. M. Sánchez et al. (2014). In the black mulberry types, M. Gundogdu et al. (2011) detected malic acid, tartaric acid, and citric acid as 1.323, 0.123, and 1.084 g 100 g⁻¹, respectively. According to S. P. Eyduran et al. (2015), malic acid was the most prevalent

organic acid in all genotypes, with levels ranging from 1.13 to 3.04 g 100 g⁻¹. The maximum rates of malic acid content among organic acids of black and white mulberry were 3.07 and 2.13 g 100 g⁻¹, respectively, according to M. K. Geçer et al. (2016). Citric acid, tartaric acid, succinic acid and fumaric acid concentrations ranged from 0.48 to 1.03 g 100 g⁻¹, 0.15 to 0.43 g 100 g⁻¹, 0.12 to 0.44 g 100 g⁻¹, and 0.01 to 0.12 g 100 g⁻¹, respectively, in the same study. M. Gundogdu et al. (2017) found caffeic acid (21.09–2.44 mg 100 g⁻¹), syringic acid (11.91–1.16 mg 100 g⁻¹), and p-coumaric acid (5.67–0.70 mg 100 g⁻¹).

Conclusion

The genotypic specificity and the need for an ecological study of the composition of black mulberry (*Morus nigra*) fruits were determined to identify promising genotypes for cultivation in the region.

All the studied black mulberry samples have a high polyphenolic complex, which increases their importance for human nutrition.

Noticeable genotypic differences in the accumulation of polyphenols in mulberry fruits have been revealed. The range of variation in the quantitative characteristics of the biochemical composition of fruits in the years of the research is very significant, which indicates a pronounced dependence of the studied traits on abiotic factors.

Promising black mulberry genotypes (SIM01, SIM02 and SIM03) have been identified for breeding for improved biochemical composition of fruits.

References / Литература

- Akbulut M., Çekiç C., Çoklar H. Determination of some chemical properties and mineral contents of different mulberry varieties. II. In: *Proceedings of the National Symposium on Berry Fruits, 14–16 September 2006, Tokat, Sayfa, Turkey*. Tokat; 2006. p.176-180.
- Bae S.H., Suh H.J. Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT – Food Science and Technology*. 2007;40(6):955-962. DOI: 10.1016/j.lwt.2006.06.007
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*. 1995;28(1):25-30. DOI: 10.1016/S0023-6438(95)80008-5

- Ercisli S., Orhan E. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry*. 2007;103(4):1380-1384. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.10.054
- Ercisli S., Orhan E. Some physico-chemical characteristics of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes from North-east Anatolia region of Turkey. *Scientia Horticulturae*. 2008;116(1):41-46. DOI: 10.1016/j.scienta.2007.10.021
- Eyduran S.P., Ercisli S., Akın M., Beyhan O., Gecer M.K., Eyduran E. et al. Organic acids, sugars, vitamin C, antioxidant capacity, and phenolic compounds in fruits of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry genotypes. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2015;88:134-138. DOI: 10.5073/JABFQ.2015.088.019
- Geçer M.K., Akın M., Gundogdu M., Eyduran S.P., Ercisli S., Eyduran E. Organic acids, sugars, phenolic compounds, and some horticultural characteristics of black and white mulberry accessions from Eastern Anatolia. *Canadian Journal of Plant Science*. 2016;96(1):27-33. DOI: 10.1139/cjps-2015-0070
- Gundogdu M., Canan I., Gecer M.K., Kan T., Ercisli S. Phenolic compounds, bioactive content and antioxidant capacity of the fruits of mulberry (*Morus* spp.) germplasm in Turkey. *Folia Horticulturae*. 2017;29(2):251-262. DOI: 10.1515/fhort-2017-0023
- Gundogdu M., Muradoglu F., Sensoy R.I.G., Yılmaz H. Determination of fruit chemical properties of *Morus nigra* L., *Morus alba* L. and *Morus rubra* L. by HPLC. *Scientia Horticulturae*. 2011;132(1):37-41. DOI: 10.1016/j.scienta.2011.09.035
- Huo Y. Mulberry cultivation and utilization in China. Mulberry for Animal Production, FAO Animal Production and Health Paper. 2004;147:11-44. Available from: www.fao.org/DOCREP/005/X9895E/x9895e03.htm [accessed Feb. 07, 2022].
- Hussain F., Rana Z., Shafique H., Malik A., Hussain Z. Phytopharmacological potential of different species of *Morus alba* and their bioactive phytochemicals: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2017;7(10):950-956. DOI: 10.1016/j.apjtb.2017.09.015
- Karacali I. The storage and marketing of horticultural crops. Izmir: Ege University; 2012.
- Lin J.Y., Tang C.Y. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chemistry*. 2007;101(1):140-147. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.01.014
- Melgarejo P., Salazar D.M., Artes F. Organic acids and sugar composition of harvested pomegranate fruits. *European Food Research and Technology*. 2000;211(3):185-190. DOI: 10.1007/s002170050021
- Memon A.A., Memon N., Luthria D.L., Bhangar M.I., Pitafi A.A. Phenolic acids profiling and antioxidant potential of mulberry (*Morus laevigata* W., *Morus nigra* L., *Morus alba* L.) leaves and fruits grown in Pakistan. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2010;60(1):25-32.
- Mishra K., Ojha H., Chaudhury N.K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. *Food Chemistry*. 2012;130(4):1036-1043. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.07.127
- Natić M.M., Dabić D.Č., Papetti A., Fotirić Akšić M.M., Ognjanov V., Ljubojević M. et al. Analysis and characterisation of phytochemicals in mulberry (*Morus alba* L.) fruits grown in Vojvodina, North Serbia. *Food Chemistry*. 2014;171:1280136. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.08.101
- Okatan V. Phenolic compounds and phytochemicals in fruits of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes from the Aegean region in Turkey. *Folia Horticulturae*. 2018;30(1):93-101. DOI: 10.2478/fhort-2018-0010
- Özgen M., Serçe S., Kaya C. Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits. *Scientia Horticulturae*. 2009;119(3):275-279. DOI: 10.1016/j.scienta.2008.08.007
- Ozkaya Z. Determination of morphological, phenological and pomological characterization of black mulberry (*Morus nigra* L.) grown in Ulubey vicinity, Usak province [dissertation]. Aydin: Adnan Menderes University; 2015.
- Panfilova O., Kahramanoğlu İ., Ondrasek G., Okatan V., Ryago N., Tsoy M et al. Creation and use of highly adaptive productive and technological red currant genotypes to improve the assortment and introduction into different ecological and geographical zones. *Plants*. 2022;11(6):802. DOI: 10.3390/plants11060802
- Panfilova O., Okatan V., Tsoy M., Golyaeva O., Knyazev S., Kahramanoğlu İ. Evaluation of the growth, drought tolerance and biochemical compositions of introduced red currant cultivars and Russian breeding genotypes in temperate continental climate. *Folia Horticulturae*. 2021a;33(2):309-324. DOI: 10.2478/fhort-2021-0023
- Panfilova O., Tsoy M., Golyaeva O., Knyazev S., Karpukhin M. Agrometeorological and morpho-physiological studies of the response of red currant to abiotic stresses. *Agronomy*. 2021b;11(8):1522. DOI: 10.3390/agronomy11081522
- Pawlowska A.M., Camangi F., Braca A. Quali-quantitative analysis of flavonoids of *Cornus mas* L. (Cornaceae) fruits. *Food Chemistry*. 2010;119:1257-1261.
- Polat M., Mertoglu K., Eskimez I., Okatan V. Effects of the fruiting period and growing seasons on market quality in goji berry (*Lycium barbarum* L.). *Folia Horticulturae*. 2020;32(2):229-239. DOI: 10.2478/fhort-2020-0021
- Sánchez E.M., Calin-Sánchez A., Carbonell-Barrachina A.A., Melgarejo P., Hernández F., Martínez-Nicolás J.J. Physicochemical characterization of eight Spanish mulberry clones: Processing and fresh market aptitudes. *International Journal of Innovative Food Science and Technology*. 2014;49(2):477-483. DOI: 10.1111/ijfs.12325
- Sánchez-Salcedo E.M., Mena P., García-Viguera C., Martínez J.J., Hernández F. Phytochemical evaluation of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry fruits, a starting point for the assessment of their beneficial properties. *Journal of Functional Foods*. 2015;12:399-408. DOI: 10.1016/j.jff.2014.12.010
- Sánchez-Salcedo E.M., Sendra E., Carbonell-Barrachina Á.A., Martínez J.J., Hernández F. Fatty acids composition of Spanish black (*Morus nigra* L.) and white (*Morus alba* L.) mulberries. *Food Chemistry*. 2016;190:566-571. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.06.008
- Şelale K., Alben E.E. Thermal degradation kinetics of anthocyanins and visual colour of Urmu mulberry (*Morus nigra* L.). *Journal of Food Engineering*. 2013;116(2):541-547.
- Somparn P., Phisalaphong C., Nakornchai S., Unchern S., Morales N.P. Comparative antioxidant activities of curcumin and its demethoxy and hydrogenated derivatives. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 2007;30(1):74-78. DOI: 10.1248/bpb.30.74
- Teker T., Altindişli A. Excessive pruning levels in young grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Sultan 7) cause water loss in seedless cluster berries. *International Journal of Fruit Science*. 2021;21(1):979-992. DOI: 10.1080/15538362.2021.1964416
- Vakhrusheva Yu.A., Selina I.I., Tukhovskaya N.A., Oganesyan E.T. Sorption activity of water-soluble polysaccharides and the pectins received from berries of a mulberry black (*Morus nigra* L.). In: *Development,*

research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers. Issue 69 (Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov. Вып. 69). Pyatigorsk; 2014. p.15-17. [in Russian] (Вахрушева Ю.А., Селина И.И., Туховская Н.А., Оганесян Э.Т. Сорбционная активность водорастворимых полисахаридов и пектинов, полученных из ягод шелковицы черной (*Morus nigra* L.). В кн.: *Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Вып. 69*. Пятигорск; 2014. С.15-17). Available from: <https://www.pmedpharm.ru/content/documents/e370151aa5669e9fa5dd7a2956ac1a36.pdf> [accessed Feb. 07, 2022].

Vijayan K., Chauhan S., Das N.K., Chakraborti S.P., Roy B.N. Leaf yield component combining abilities in mulberry (*Morus* spp.). *Euphytica*. 1997;98(1):47-52. DOI: 10.1023/A:1003066613099

Wei H., Jing-Jing Z., Xiao-qian L., Wei-hong F., Zhi-min W., Li-hua Y. Review of bioactive compounds from root barks of *Morus* plants (Sang-Bai-Pi) and their pharmacological effects. *Cogent Chemistry*. 2016;2:n.pag. DOI: 10.1080/23312009.2016.1212320

Yang Y., Yang X., Xu B., Zeng G., Tan J., He X., Hu C., Jun Zhou Y. Chemical constituents of *Morus alba* L. and their inhibitory effect on 3T3-L1 preadipocyte proliferation and differentiation. *Fitoterapia*. 2014;98:222-227. DOI: 10.1016/j.fitote.2014.08.010

Information about the authors

Volkan Okatan, Dr. (Horticulture), Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Eskisehir Osman-gazi University, Büyükdere Meşelik Yerleşkesi 26160, Turkey, okatan.volkan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7573>

Muhammet Ali Gündeşli, Dr. (Horticulture), Associate Professor, Department of Plant and Animal Production, Nurdagi Vocational School, Gaziantep University, Osmangazi, Üniversite Blv., Gaziantep 27410, Turkey, maligun4646@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7068-8248>

Anna Yu. Melyanovskaya, Postgraduate Student, Associate Researcher, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina, Orel District, Orel Province 302530, Russia, melyanovskaya@vniispk.ru

Olga V. Panfilova, Cand. Sci. (Agriculture), Scientific Secretary, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina, Orel District, Orel Province 302530, Russia, us@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4156-6919>

Nina G. Krasova, Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina, Orel District, Orel Province 302530, Russia, krasova@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7896-0149>

Информация об авторах

Волкан Окатан, доктор садоводства, доцент, кафедра садоводства, факультет сельского хозяйства, Эскишехирский университет Османгази, 26160 Турция, Эскишехир, кампус Бююкдере Мешелик, okatan.volkan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5787-7573>

Мухаммет Али Гюндешли, доктор садоводства, доцент, кафедра растениеводства и животноводства, профессиональное училище Нурдагы, Газиантепский университет, 27310 Турция, Газиантеп, бульв. Юниверсите, Османгази, maligun4646@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7068-8248>

Анна Юрьевна Мельяновская, аспирант, младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, melyanovskaya@vniispk.ru

Ольга Витальевна Панфилова, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, us@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4156-6919>

Нина Глебовна Красова, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, krasova@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7896-0149>

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

онфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The article was submitted on 21.03.2022; approved after reviewing on 13.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022. Статья поступила в редакцию 21.03.2022; одобрена после рецензирования 13.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.



Комплексная оценка интродуцированных сортов смородины красной в условиях Тамбовской области

О. С. Родюкова

Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, Мичуринск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ольга Сергеевна Родюкова, rodyukova.o@mail.ru

Актуальность. В современных условиях эффективность возделывания ягодных культур во многом зависит от правильного формирования регионального сортимента. Поиск и мобилизация генетических ресурсов из ведущих селекционных центров страны и зарубежья, а также изучение новых генотипов в местных условиях позволят выделить сорта для производства и селекции.

Материалы и методы. Исследования проводили в Тамбовской области на базе экспериментальных насаждений смородины красной (*Ribes rubrum* L.) ФНЦ имени И.В. Мичурина в 2016–2020 гг. Объект исследования – 15 интродуцированных сортов смородины красной. Коллекционное испытание проводилось по общепринятым методикам сортоизучения и полевого опыта.

Результаты. В условиях Тамбовской области для начала вегетации интродуцированными сортами смородины красной требуется сумма температур 89,3–132,0°C, для начала цветения – 290,0–328,0°C, для начала созревания – 943,5–1133,0°C, для полного созревания ягод – 1478,2–1733,3°C. Комплексной устойчивостью к болезням и вредителям обладают сорта 'Белоснежка', 'Львовянка', 'Оксамит', 'Росинка'. Крупные плоды формируют сорта 'Калинка', 'Ласуня', 'Лидер', 'Львовянка', 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка', 'Сара'. Стабильно высокой продуктивностью и урожайностью выделяются сорта 'Вика', 'Лидер', 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка'. Выявлена тесная корреляция ($r = 0,99$) между продуктивностью куста (кг) и урожайностью (ц/га), средняя – между массой ягоды и продуктивностью куста ($r = 0,69$), между продуктивностью с одного погонного метра ветвей и продуктивностью куста ($r = 0,35$).

Заключение. В результате комплексной оценки сортов смородины красной для возделывания в условиях Тамбовской области рекомендуются сорта 'Вика', 'Лидер', 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка'.

Ключевые слова: фенологические фазы развития, устойчивость, урожайность, масса ягоды, сумма температур

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках проекта «Национальная сетевая коллекция генетических ресурсов растений для эффективного научно-технологического развития РФ в сфере генетических технологий» по соглашению № 075-15-2021-1050 от 28.09.2021 г.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Родюкова О.С. Комплексная оценка интродуцированных сортов смородины красной в условиях Тамбовской области. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):74-81. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-74-81

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-74-81

Integrated assessment of introduced red currant cultivars under the conditions of Tambov Province

Olga S. Rodyukova

*I.V. Michurin Federal Science Center, Michurinsk, Russia***Corresponding author:** Olga S. Rodyukova, rodyukova.o@mail.ru

Background. Today, the effectiveness of berry crop cultivation depends on correct formation of the regional assortment of cultivars, taking into account the instability of environmental factors. Searching for and accumulating genetic resources from leading breeding centers, both domestic and foreign, as well as studying new genotypes under local conditions would make it possible to identify berry crop varieties for production and breeding.

Materials and methods. This study was conducted in Michurinsk, Tambov Province, on the experimental plantations of red currant at the I.V. Michurin Federal Science Center in 2016–2020. The research material consisted of 15 introduced cultivars of red currant. Collection testing was carried out in line with generally accepted techniques of variety studies and field experiments.

Results. Under the conditions of Tambov Province, the introduced red currant cultivars required a sum of temperatures of 89.3–132.0°C to start growing, 290.0–328.0°C to start flowering, 943.5–1133.0°C to start ripening, and 1478.2–1733.3°C to produce fully matured berries. Cvs. 'Belosnezhka', 'Lvovyanka', 'Oksamit' and 'Rosinka' showed complex resistance to diseases and pests. Cvs. 'Kalinka', 'Lasunya', 'Lider', 'Lvovyanka', 'Oksamit', 'Orlovskaya zvezda' and 'Sara' produced large fruits. Stable high productivity and yield were observed in cvs. 'Vika', 'Lider', 'Oksamit', 'Orlovskaya zvezda' and 'Rosinka'. A close correlation ($r = 0.99$) was recorded between the productivity per bush (kg) and yield (100 kg/ha), and medium correlations between the berry weight and productivity per bush ($r = 0.69$), and between the productivity per one linear meter of branches and productivity per bush ($r = 0.35$).

Conclusion. As a result of the integrated assessment under the conditions of Tambov Province, the red currant cultivars 'Vika', 'Lider', 'Oksamit', 'Orlovskaya zvezda' and 'Rosinka' were recommended for cultivation.

Keywords: phenological phases of development, resistance, yield, berry weight, sum of temperatures

Acknowledgements: this work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of Russia under Agreement No. 075-15-2021-1050 of Sept. 28, 2021 within the framework of the project entitled "National network collection of plant genetic resources for effective scientific and technical development of the Russian Federation in the sphere of genetic technologies".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Rodyukova O.S. Integrated assessment of introduced red currant cultivars under the conditions of Tambov Province. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):74-81. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-74-81

Введение

Развитие отечественного садоводства относится к приоритетам государственной аграрной политики. Особое внимание уделяется вопросам обеспечения граждан страны качественной витаминной продукцией и поддержки российских сельхозпроизводителей плодов. В условиях нарастания напряженности экологической ситуации проблема сохранения и устойчивого использования генетических ресурсов растений приобретает все большую актуальность. Неблагоприятные факторы, интенсивность действия которых постоянно нарастает, подавляют продуктивность, рост и развитие культурных растений. Основными направлениями современных адаптивно ориентированных селекционных программ является отбор на урожайность и устойчивость к стрессам (Zhuchenko, 2005; Becker, 2015). Поэтому в настоящее время особое значение приобретает вопрос производства тех культур, которые в наибольшей степени приспособлены к местным условиям. В условиях Центрального Черноземья к таким культурам относится смородина красная, которая сочетает высокую продуктивность с устойчивостью к био- и абиотическим стрессорам; ее ягоды содержат широкий спектр биологически активных веществ (Akimov et al., 2020; Golyaeva, Panfilova, 2021; Nazaruk et al., 2021).

Эффективность возделывания ягодных культур во многом зависит от правильного формирования регионального сортимента с учетом нестабильности экологических факторов. Современные сорта смородины красной должны сочетать комплекс признаков: адаптацию для широкого ареала возделывания, устойчивость к фитопатогенам (американская мучнистая роса, пятнисто-

сти листьев, паутинный клещ, листовая галловая тля, побеговая галлица), урожайность выше 12 т/га, самоплодность > 50%, крупноплодность. Для создания таких сортов необходим исходный материал, который будет обладать рядом полезных хозяйственно ценных признаков. Поиск и мобилизация генетических ресурсов из ведущих селекционных центров страны и зарубежья, а также изучение новых генотипов в местных условиях позволит выделить сорта для производства и селекции (Kulikov, Marchenko, 2015).

Целью исследования являлась комплексная оценка интродуцированных сортов смородины красной по хозяйственно ценным признакам и выделение перспективных генотипов для возделывания в условиях Тамбовской области.

Материалы и методы

В изучении находились 15 интродуцированных сортов смородины красной селекции разных научных учреждений (табл. 1). В качестве контроля выступал сорт 'Вика', допущенный к использованию по Центрально-Черноземному региону. Исследования проводились в 2016–2020 гг. на базе экспериментальных насаждений смородины красной в отделе ягодных культур ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина». Участок коллекционного изучения был заложен в 2012 г. по схеме посадки 3,5 × 1 м в количестве 5 растений по каждому сорту.

Экспериментальный участок расположен на северо-западе Тамбовской области, на правом берегу реки Лесной Воронеж (бассейн р. Дон). Средняя годовая температура воздуха колеблется в пределах +2,3...+7,6°C.

Таблица 1. Характеристика исследованных сортов смородины красной

Table 1. Description of the studied red currant cultivars

Сорт / Cultivar	Происхождение / Country of origin	Учреждение-оригинатор / Originator institution	Срок созревания ягод / Berry ripening schedule	Окраска ягод / Berry color
Белоснежка	Украина	ИС УААН	средний	белый
Вика (контроль)	Россия	ВНИИСПК	среднеранний	пурпурно-красный
Калинка	Украина	ИС УААН	средний	красный
Константиновская	Россия	ВСТИСП	средний	красный
Ласуня	Украина	ИС УААН	среднеранний	светло-красный
Лидер	Россия	НЗПЯОС	средний	красный
Львовянка	Украина	ИС УААН	среднеранний	вишневый
Львовская сладкая	Украина	ИС УААН	средний	красный
Оксамит	Украина	ИС УААН	поздний	красный
Орловская звезда	Россия	ВНИИСПК	поздний	красный
Росинка	Украина	ИС УААН	поздний	красный
Сара	Россия	НЗПЯОС	средний	красный
Хрустящая	Россия	НЗПЯОС	средний	красный
Чародейка	Украина	ИС УААН	средний	красный
Элиза	Россия	НЗПЯОС	средний	красный

Среднесуточная температура самого теплого месяца июля находится в пределах +18,8...+20,7°C. Самые холодные месяцы – январь и февраль со среднесуточной температурой –10,3...–11,8°C. Абсолютный минимум температуры воздуха составляет –37,3°C, абсолютный максимум – +38,7°C. Безморозный период в среднем начинается 1–5 апреля и заканчивается 3–8 ноября, его общая продолжительность составляет 215 дней, сумма температур – 2350–2470°C. Период со среднесуточными температурами выше +5°C начинается в середине апреля, заканчивается в середине октября и длится в среднем 180 дней. Период со среднесуточными температурами воздуха выше +10°C продолжается в среднем 150 дней – с III декады апреля – I декады мая по конец сентября. Сумма осадков с апреля по октябрь в среднем составляет 300–350 мм, за год – 410–510 мм. Влажность воздуха варьирует от 50% в летний период до 88% в осенне-зимний период и в среднем за год составляет 75%.

Почва опытного участка черноземно-луговая, тяжелосуглинистая, содержит 1,8% гумуса. Реакция верхних слоев почвы слабокислая (рН = 5,4). Структура почвы пылевато-зернистая и комковато-зернистая, наличие пор в верхних горизонтах достигает 65%. Полевая влагоемкость пахотного слоя почвы – около 30%. Содержание легкогидролизуемого азота в гумусовом горизонте составляет 124,4 мг/кг почвы, подвижных форм фосфора и обменного калия – 112,1 и 173,4 мг/кг почвы соответственно (Rodyukova et al., 2021).

Оценку устойчивости сортов к болезням и вредителям, изучение компонентов продуктивности и урожайности проводили по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Sedov, Ogoltsova, 1999). Математическая обработка данных выполнена методом дисперсионного анализа по методике Б. А. Доспехова (Dospikhov, 1985) и с использованием компьютерной программы Microsoft Excel. Обработку метеорологических данных осуществляли с помощью программы «Расчет метео» (Gur'eva, 2020).

Результаты и обсуждение

На рост и продуктивность садовых растений заметное влияние оказывают многие факторы окружающей среды. Одним из определяющих в обосновании размещения плодово-ягодных культур по различным зонам и эффективности эксплуатации многолетних насаждений является тепловой режим (Doroshenko et al., 2014). Для оценки количества тепла, получаемого растением в период «вегетации», служит показатель «сумма температур». Раннее распускание почек у сортов смородины красной отмечено в 2020 г. с 18 по 23 марта при сумме положительных температур ($\Sigma t > 0^\circ\text{C}$) 93,5–107,80°C. В 2016–2019 гг. «вегетация» растений начиналась в конце I – начале II декады апреля. В среднем за годы исследований распускание почек у сортов отмечено с 17 марта по 18 апреля при средних суммах температур от 89,3 (‘Орловская звезда’) до 132,5°C (‘Хрустящая’) (табл. 2).

Таблица 2. Особенности прохождения фенологических фаз развития у сортов смородины красной
(Мичуринск, в среднем за 2016–2020 гг.)

Table 2. Features of passing through phenological phases of development by red currant cultivars
(Michurinsk, average for 2016–2020)

Сорт / Cultivar	Начало вегетации / Start of growing		Начало цветения / Start of flowering		Начало созревания ягод / Start of berry ripening	
	дата / date	$\Sigma t > 0^\circ\text{C}$	дата / date	$\Sigma t > 0^\circ\text{C}$	дата / date	$\Sigma t > 0^\circ\text{C}$
Белоснежка	20,3–18,4	112,8	25,4–4,5	310,0	7–24,6	1071,7
Вика (контроль)	20,3–16,4	95,9	26,4–3,5	301,9	9–16,6	943,5
Калинка	18,3–17,4	102,1	25,4–3,5	293,3	7–22,6	999,5
Константиновская	21,3–16,4	93,9	26,4–4,5	306,2	10–21,6	1008,5
Ласуня	18,3–16,4	99,0	25,4–4,5	300,5	7–24,6	1016,5
Лидер	20,3–16,4	106,1	27,4–4,5	314,4	8–20,6	982,4
Львовьянка	20,3–17,4	106,1	28,4–4,5	320,2	7–16,6	946,9
Львовская сладкая	18,3–17,4	103,8	24,4–3,5	290,0	9–16,6	953,1
Оксамит	20,3–17,4	109,1	29,4–5,5	328,2	15–26,6	1133,0
Орловская звезда	18,3–16,4	89,3	29,4–4,5	326,2	15–24,6	1110,9
Росинка	18,3–17,4	102,1	26,4–5,5	326,0	15–25,6	1132,2
Сара	20,3–17,4	120,5	28,4–4,5	316,9	8–23,6	1009,9
Хрустящая	23,3–18,4	132,5	27,4–5,5	326,8	8–21,6	1010,7
Чародейка	20,3–17,4	128,3	26,4–5,5	319,8	8–17,6	953,8
Элиза	22,3–17,4	127,3	27,4–4,5	321,5	8–21,6	1010,7

«Цветение» сортов наступало почти одновременно, с разницей в сроках «начала цветения» 2-3 дня. Раннее «цветение» отмечено в 2016 и 2020 г.: 24–30 апреля, позднее начинали цвести сорта в 2018, 2019 г.: 1–5 мая. Для «начала цветения» сортам требовалась $\Sigma t > 0^{\circ}\text{C}$ 290,0–328,20 $^{\circ}\text{C}$. «Цветение» длилось в зависимости от года 8–16 дней.

«Начало созревания» ягод приходится на I–III декады июня. Для окрашивания ягод требуется сумма положительных температур от 943,5 до 1133,0 $^{\circ}\text{C}$. Раннее «созревание» отмечено в 2019 г.: 7–15 июня при средней сумме $t > 0^{\circ}\text{C}$ 909,8 $^{\circ}\text{C}$. Созревают ягоды в I–III декадах июля при суммах температур 1478,2–1733,3 $^{\circ}\text{C}$. Начало «созревания» у разных сортов менее дружное, чем начало цветения. Сорта 'Вика', 'Лидер', 'Львовянка', 'Львовская сладкая', 'Чародейка' характеризуются ранним сроком созревания ягод, 'Белоснежка', 'Калинка', 'Константиновская', 'Ласуня', 'Сара', 'Хрустящая', 'Элиза' – средним, 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка' – поздним.

В агроэкологических условиях Центрального Черноземья среди комплекса вредных организмов наиболее распространенными грибными болезнями смородины красной являются американская мучнистая роса (возбудитель *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk. et Curt.) и ан-

тракноз (возбудитель *Pseudopeziza ribis* Kleb. f. *rubri*), наиболее вредоносными фитофагами являются листовая галловая тля (*Capitophorus ribis* L.) и обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* C.L. Koch).

Американская мучнистая роса проявляется в виде белого налета на верхушках молодых побегов и листьев, в наиболее благоприятные для развития гриба годы поражаются и ягоды. Поражение отмечено на листьях сортов 'Вика', 'Калинка', 'Константиновская', 'Львовянка', 'Львовская сладкая', 'Сара', 'Хрустящая', 'Элиза'. На ягодах за весь период изучения мучнистая роса не наблюдалась (табл. 3). За годы исследований невосприимчивыми к сферотеке оказались сорта 'Белоснежка', 'Ласуня', 'Лидер', 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка', 'Чародейка'.

Антракноз проявляется в насаждениях ежегодно в виде темных пятен на листьях и носит эпифитотийный характер; интенсивность развития болезни составляет от 1,8 до 2,8 баллов. Полевая оценка показала, что слабо поражался сорт 'Львовянка', сильно – 'Константиновская', 'Ласуня', 'Лидер', 'Сара', 'Хрустящая', 'Чародейка', 'Элиза'.

Листовая галловая тля – частично мигрирующий вид. Летом крылатые самки перелетают со смородины красной на сорняки из семейства губоцветных, где размножаются до осени, а затем возвращаются на смородину, по-

Таблица 3. Устойчивость сортов смородины красной к болезням и вредителям на участке сортоизучения ФНЦ имени И.В. Мичурина (Мичуринск, в среднем за 2016–2020 гг.)

Table 3. Resistance of red currant cultivars to diseases and pests at the variety study site of the I.V. Michurin Federal Science Center (Michurinsk, average for 2016–2020)

Сорт / Cultivar	Поражение листьев, балл / Leaf damage, score				Повреждение листьев, балл / Leaf injury, score			
	<i>Sphaerotheca morsuvae</i>		<i>Pseudopeziza ribis</i>		<i>Capitophorus ribis</i>		<i>Tetranychus urticae</i>	
	ср.* / mean	макс.* / max*	ср. / mean	макс. / max	ср. / mean	макс. / max	ср. / mean	макс. / max*
Белоснежка	0	0	2,8	3	0,8	2	0,4	2
Вика (контроль)	0,8	2	2,8	3	1	3	0,8	3
Калинка	0,8	2	1,8	3	1,4	3	0,4	2
Константиновская	0,8	2	2,8	4	0,8	2	1,2	2
Ласуня	0	0	2,8	4	1	3	1	3
Лидер	0	0	2,4	4	0,2	1	0,6	2
Львовянка	0,1	1	1,8	2	1,1	2,5	0,6	2
Львовская сладкая	0,2	1	2,4	3	1,7	3,5	0,2	1
Оксамит	0	0	1,8	3	0,6	2	0,2	1
Орловская звезда	0	0	2,4	3	1,6	4	1	3
Росинка	0	0	2,8	3	0,8	3	0,2	1
Сара	0,4	2	2,8	4	1,2	3	0,8	2
Хрустящая	1,2	3	2,8	4	0,8	2	0,4	1
Чародейка	0	0	2,6	3	0,9	2,5	0,4	2
Элиза	0,4	1	2,8	4	1	3	0,4	1

Примечание: ср.* – средняя степень поражения или повреждения; макс.* – максимальная степень поражения или повреждения
Note: mean – average degree of damage or injury; max* – maximum degree of damage or injury

сле чего откладывают яйца на ветки и погибают. Личинки отрождаются весной к началу развертывания первых листочков, расплозаются, заселяют молодые листья с нижней стороны, а на верхней их стороне возникают вишнево-красные галлы. Изученные сорта в разной степени повреждались листовой галловой тлей. Слабое повреждение листьев отмечено на сортах 'Белоснежка', 'Константиновская', 'Лидер', 'Оксамит', 'Хрустящая', среднее – у сортов 'Вика', 'Калинка', 'Ласуня', 'Львовянка', 'Росинка', 'Сара', 'Чародейка', сильное – 'Львовская сладкая' и 'Орловская звезда'. Массовое заселение растений вредителем наблюдалось в 2019 и 2020 г. Частота встречаемости галловой тли на смородине красной может достигать 97,7% (Rodyukova, 2012).

Паутинные клещи постоянно обитают на сорной растительности и обладают высоким коэффициентом размножения. Оценка не выявила значительного заражения

сортов тетранихидами: средняя степень повреждения листьев вредителем составляла от 0,2 до 1,2 баллов. Основная масса изученных сортов характеризуется слабой восприимчивостью к паутинному клещу, сорта 'Вика', 'Ласуня', 'Орловская звезда' повреждаются в средней степени.

Продуктивность растений у смородины складывается из числа плодоносящих побегов, количества узлов с плодоношением, числа кистей на узел, среднего числа ягод в кисти, массы ягоды. Максимальным числом соцветий на 1 погонный метр плодоносящих ветвей характеризуются сорта 'Лидер', 'Львовская сладкая', 'Вика' и 'Львовянка' (табл. 4). Количество ягод в кисти варьировало по сортам от 6 ('Львовская сладкая') до 17 штук ('Росинка'). Длинные кисти имеют сорта 'Белоснежка', 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка', 'Сара', 'Чародейка', 'Элиза'.

Таблица 4. Продуктивность сортов смородины красной на участке сортоизучения ФНЦ имени И.В. Мичурина (Мичуринск, в среднем за 2016–2020 гг.)

Table 4. Productivity of red currant cultivars at the variety study site of the I.V. Michurin Federal Science Center (Michurinsk, average for 2016–2020)

Сорт / Cultivar	Число соцветий на 1 погонный метр, шт. / Number of inflorescences per 1 linear meter, pcs	Число ягод в кисти, шт. / Number of berries in the raceme, pcs	Масса ягоды, г / Weight of the berry, g		Продуктивность куста, кг / Bush productivity, kg
			Средняя / Mean	Максимальная / Maximum	
Белоснежка	52	14	0,43	0,77	1,6
Вика (контроль)	67	10	0,45	0,78	2,7
Калинка	53	10	0,57	0,94	2,1
Константиновская	50	8	0,49	0,74	1,6
Ласуня	48	8	0,58	1,01	1,9
Лидер	75	9	0,54	0,95	2,3
Львовянка	65	9	0,55	0,86	2,0
Львовская сладкая	71	6	0,50	0,86	1,9
Оксамит	42	12	0,57	0,90	2,5
Орловская звезда	59	16	0,58	1,06	2,7
Росинка	47	17	0,52	0,82	2,7
Сара	51	14	0,57	0,90	2,0
Хрустящая	54	11	0,36	0,66	1,2
Чародейка	57	15	0,42	0,66	1,4
Элиза	61	14	0,48	0,83	1,7
НСР ₀₅	7,3	1,3	0,09	0,08	0,7

Для селекции и в дальнейшем для промышленного использования ценным является тот сорт, который характеризуется небольшой величиной коэффициента внутрисортной вариации. Средняя масса плода по сортам изменялась от 0,42 до 0,58 г. Крупные плоды формируют культивары 'Калинка', 'Ласуня', 'Лидер', 'Львовянка', 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка', 'Сара'. Сорта 'Ласуня', 'Лидер', 'Львовянка' и 'Сара' более стабильны, они имеют устойчивую по годам среднюю массу ягоды (коэффициент вариации $V = 9,5-11,8\%$, коэффициент регрессии $b_1 = 0,24-0,31$). Более пластичными и отзывчивыми на изменение агротехнических и климатических условий являются сорта 'Калинка', 'Оксамит', 'Орловская звезда' и 'Росинка' (коэффициент вариации $V = 16,9-23,5\%$, коэффициент регрессии $b_1 = 0,27-0,44$). Мелкие плоды имеют сорта 'Белоснежка', 'Хрустящая', 'Чародейка', средние – 'Вика', 'Константиновская', 'Львовская сладкая', 'Элиза'.

Оценку сортов по урожайности проводили с третьего года после посадки. Средняя продуктивность сортов в зависимости от генотипа составила 1,2–2,7 кг с куста (см табл. 4). Низкой продуктивностью характеризовались сорта 'Хрустящая' и 'Чародейка'. Сорта 'Лидер', 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка' имели стабильно высокую продуктивность по годам исследований на уровне контрольного сорта 'Вика'.

Сроком вступления в товарное плодоношение считается год первого хозяйственно значимого урожая (более 20 ц/га). В пересчете на гектар на четвертый год после посадки все исследуемые сорта давали более 30 ц ягод (рисунок). Наиболее продуктивными были пятый и шестой годы после посадки. На седьмой и восьмой годы после посадки урожайность снижалась, особенно у сортов 'Ласуня', 'Львовянка', 'Сара', 'Хрустящая', 'Чародейка', 'Элиза'. Снижение продуктивности может быть связано с повреждением растений фитопатогенами, которое в комплексе с другими факторами (агротехнические, абиотические) приводило к потере урожая (Rodjukova, 2016).

За годы исследований урожайность более 70 ц с га зафиксирована у сортов 'Вика', 'Лидер', 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка'.

В результате математического анализа экспериментальных данных выявлена тесная корреляция между продуктивностью куста (кг) и урожайностью (ц/га) – $r = 0,99$, средняя зависимость между массой ягоды и продуктивностью куста – $r = 0,69$, продуктивностью с одного погонного метра ветвей и продуктивностью куста – $r = 0,35$.

Заключение

В условиях Тамбовской области для начала вегетации интродуцированным сортам смородины красной требуется сумма температур 89,3–132,0°C, для начала цветения – 290,0–328,0°C, для начала созревания – 943,5–1133,0°C, для полного созревания ягод – 1478,2–1733,3°C.

Комплексной устойчивостью к болезням обладают сорта 'Белоснежка', 'Ласуня', 'Оксамит', 'Львовянка', 'Орловская звезда', 'Росинка', 'Чародейка'. Комплексной устойчивостью к вредителям выделяются сорта 'Белоснежка', 'Лидер', 'Константиновская', 'Оксамит', 'Хрустящая'.

Крупные плоды формируют сорта 'Калинка', 'Ласуня', 'Лидер', 'Львовянка', 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка', 'Сара'.

Стабильно высокой продуктивностью и урожайностью выделяются сорта 'Вика', 'Лидер', 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка'.

Выявлена тесная корреляция между продуктивностью куста (кг) и урожайностью (ц/га) – $r = 0,99$, средняя зависимость между массой ягоды и продуктивностью куста – $r = 0,69$, продуктивностью с одного погонного метра ветвей и продуктивностью куста – $r = 0,35$.

Для выращивания в условиях Тамбовской области рекомендуются сорта 'Вика', 'Лидер', 'Оксамит', 'Орловская звезда', 'Росинка'.

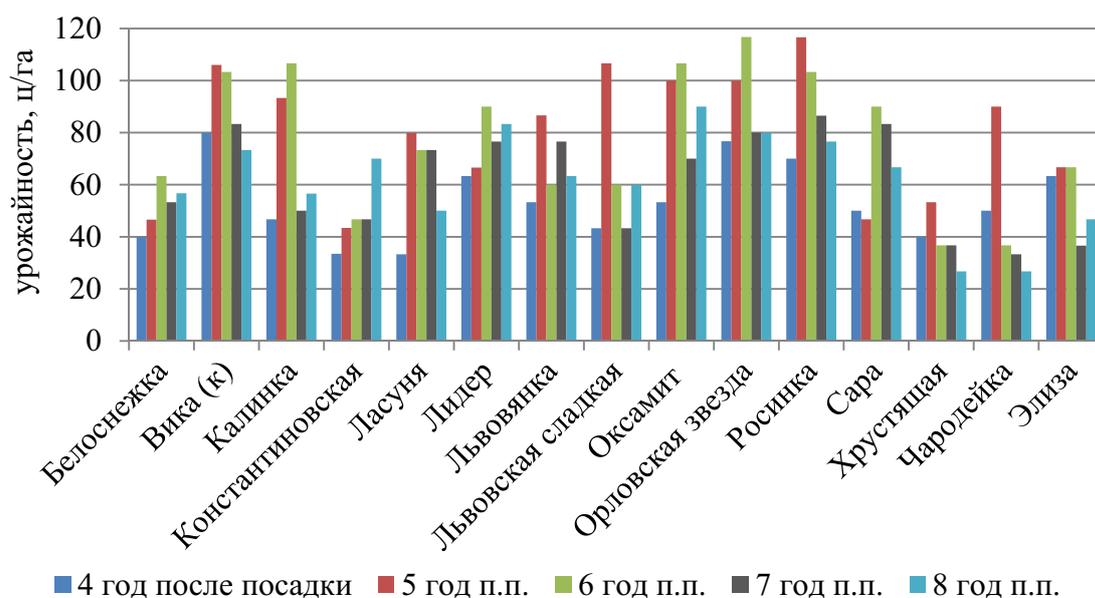


Рисунок. Динамика изменения урожайности у сортов смородины красной на участке сортоизучения ФНЦ имени И.В. Мичурина, 2016–2020 гг. (Мичуринск)

Figure. Dynamics of yield changes in red currant cultivars at the variety study site of the I.V. Michurin Federal Science Center, 2016–2020 (Michurinsk)

References / Литература

- Akimov M.Yu., Bessonov V.V., Kodentsova V.M., Eller K.I., Vrzhesinskaya O.A., Beketova N.A. et al. Biological value of fruits and berries of Russian production. *Problems of Nutrition*. 2020;89(4):220-232. [in Russian] (Акимов М.Ю., Бессонов В.В., Коденцова В.М., Эллер К.И., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А. и др. Биологическая ценность плодов и ягод Российского производства. *Вопросы питания*. 2020;89(4):220-232). DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055
- Becker H. Plant breeding (Selektsiya rasteniy). Moscow: KMK; 2015. [in Russian] (Беккер Х. Селекция растений. Москва: КМК; 2015).
- Doroshenko T.N., Zakharchuk N.V., Maksimtsov D.V. Resistance of fruit and ornamental plants to temperature stressors: diagnostics and ways to increase it (Ustoychivost plodovykh i dekorativnykh rasteniy k temperaturnym stressoram: diagnostika i puti povysheniya). Krasnodar: Kuban State Agrarian University; 2014. [in Russian] (Дорошенко Т.Н., Захарчук Н.В., Максимцов Д.В. Устойчивость плодовых и декоративных растений к температурным стрессорам: диагностика и пути повышения. Краснодар: Кубанский ГАУ; 2014).
- Dospikhov V.A. Methodology of field trial (Metodika polevogo opyta). Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Доспихов В.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат; 1985).
- Golyaeva O., Panfilova O. The use of the 'Heinemanns Rote Spatlese' varieties as the *Ribes rubrum* selection. *E3S Web of Conferences*. 2021;254:01002. DOI: 10.1051/e3sconf/202125401002
- Gur'eva I.V. The Meteo Calculation program: a methodology for automating calculations of meteorological indicators using the Microsoft Excel application (Programma "Raschet meteo": metodika avtomatizatsii raschetov meteorologicheskikh pokazateley s ispolzovaniyem prilozheniya Microsoft Excel). Voronezh: Kvarta; 2020. [in Russian] (Гурьева И.В. Программа «Расчет метео»: методика автоматизации расчетов метеорологических показателей с использованием приложения Microsoft Excel. Воронеж: Кварт; 2020).
- Kulikov I.M., Marchenko L.A. The importance of genetic collections of fruit crops for innovative development of the branch. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2015;85(1):15-18. [in Russian] (Куликов И.М., Марченко Л.А. Значение генетических коллекций плодовых культур для инновационного развития отрасли. *Вестник Российской академии наук*. 2015;85(1):15-18). DOI: 10.7868/S0869587315010089
- Nazaruk N., Sorokopudov V., Sorokopudova O., Nigmatzyanov R. Comprehensive assessment of red currant varieties in Altai. *E3S Web of Conferences*. 2021;254:01040. DOI: 10.1051/e3sconf/202125401040
- Rodyukova O.S. Resistance of red currant cultivars to *Capitophorus ribis* L. (Sortovaya ustoychivost smorodiny krasnoy k *Capitophorus ribis* L.). *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2012;29(2):122-125. [in Russian] (Родюкова О.С. Сортовая устойчивость смородины красной к *Capitophorus ribis* L. *Плодоводство и ягодоводство России*. 2012;29(2):122-125).
- Rodyukova O.S. Resistance to biological stressors and productivity of red currant varieties breeding All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK). *Contemporary Horticulture*. 2016;2(18):57-61. [in Russian] (Родюкова О.С. Устойчивость к биострессорам и продуктивность сортов смородины красной селекции ВНИИСПК. *Современное садоводство*. 2016;2(18):57-61).
- Rodyukova O.S., Zhidekhina T.V., Bryksin D.M., Khromov N.V., Gur'eva I.V. Genetic collections of berry crops and their role in improving the assortment. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2021;35(7):10-16. [in Russian] (Родюкова О.С., Жидехина Т.В., Брыксин Д.М., Хромов Н.В., Гурьева И.В. Генетические коллекции ягодных культур и их роль в совершенствовании сортимента. *Достижения науки и техники АПК*. 2021;35(7):10-16). DOI: 10.53859/02352451_2021_35_7_10
- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISPK, 1999. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК; 1999).
- Zhuchenko A.A. Present and future of adaptive selection and seed breeding based on identification and systematization of plant genetic resources. *Agricultural Biology*. 2012;47(5):3-19. [in Russian] (Жученко А.А. Настоящее и будущее адаптивной системы селекции и семеноводства растений на основе идентификации и систематизации их генетических ресурсов. *Сельскохозяйственная биология*. 2012;47(5):3-19).

Информация об авторе

Ольга Сергеевна Родюкова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, 393774 Россия, Тамбовская область, Мичуринск, ул. Мичурина, 30, rodyukova.o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5139-3225>

Information about the author

Olga S. Rodyukova, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, I.V. Michurin Federal Science Center, 30 Michurina St., Michurinsk, Tambov Province 393774, Russia, rodyukova.o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5139-3225>

Статья поступила в редакцию 25.02.2022; одобрена после рецензирования 06.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 25.02.2022; approved after reviewing on 06.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022.

Original article

UDC 634.334

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-82-89



Study of the chemical composition of argan oil according to the shape of the fruit

Miloudi Hilali¹, Larbi El Hammari¹, Hanae El Monfalouti¹, Nadia Maata², Badr Eddine Kartah¹

¹ Mohammed V University, Agdal (Rabat), Morocco

² Official Laboratory of Chemical Analysis and Research, Casablanca, Morocco

Corresponding author: Miloudi Hilali, hilali400@yahoo.com

The aim of this study was to investigate the effect of phenotypic diversity of argan fruit with different morphological characteristics (fusiform, oval, apiculate and spherical) on fat and protein content, inflexibility and fat chemical composition, oil acids and sterols. To investigate the links of argan fruit shape with the chemical composition of argan oil, with the help of native communities, 4 different fruit shapes (fusiform, apiculate, spherical and oval) were selected, which were harvested from the same place (Tamanar) in Essaouira province (South Plain region, Western Morocco). After harvesting the fruit of the argan tree, 100 samples were taken from each form. They were crushed to destroy the core. After extraction of hexane with Soxhlet, fat content, protein level, unsaponifiable content, composition of fatty acids and sterols in fat were determined. The results showed that the oval shape is the best shape of argan fruit because their kernels contain more than 50% fat and a higher percentage of unsaponifiables. The results on fatty acids and sterols showed that argan oil contained 80% of unsaturated fatty acids. The results also showed that the main products of the sterol composition in argan oil were schottenol (or Δ -7-stigmasterol) (42.8 and 46.4%) and spinasterol (39.8 and 45.6%). The study of the chemical composition showed that there was no correlation between the shape of the fruit of the argan tree and the composition of fatty acids. Depending on the shape of the argan fruit, fatty acids and sterols were not only related to the shape but also to the nature of the soil and its altitude, longitude and distance from the sea.

Keywords: argan oil, chemical composition, fatty acid profile, fruit shape, sterol

Acknowledgements: the authors would like to thank the colleagues from the Plant Chemistry Laboratory for their invaluable assistance. The authors also send warmest thanks to all the people who have contributed directly or indirectly to the realization of this work. The authors have stated that they take no funding to do this work or to publish this article. The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Hilali M., El Hammari L., El Monfalouti H., Maata N., Kartah B.E. Study of the chemical composition of argan oil according to the shape of the fruit. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):82-89. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-82-89

Научная статья

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-82-89

Изучение химического состава арганового масла в зависимости от формы плода

М. Хилали¹, Л. Эль-Хаммари¹, Х. Эль-Монфалути¹, Н. Маата², Б. Э. Картах¹¹ Университет Мохаммеда V, Агдаль (Рабат), Марокко² Официальная лаборатория химического анализа и исследований, Касабланка, Марокко

Автор, ответственный за переписку: Милуди Хилали, hilali400@yahoo.com

Целью данного исследования было изучение связи фенотипического разнообразия плодов аргании с различными морфологическими характеристиками (веретеновидных, овальных, остроконечных и шаровидных) с содержанием жира и белка, изменчивостью и химическим составом жирных кислот и стеролов в масле. Для исследования влияния формы плодов аргании на химический состав арганового масла с помощью местных общин были отобраны плоды четырех разных форм (веретеновидная, остроконечная, шаровидная и овальная), которые собирали в одном месте (Таманар) в провинции Эс-Сувеира (регион Южной равнины, Западное Марокко). После сбора плодов арганового дерева от каждой формы отбирали по 100 образцов. Их измельчали, чтобы разрушить ядро. После экстракции гексаном по Сокслету определяли жирность, уровень белка, неомыляемых веществ, состав жирных кислот и стеролов в масле. Результаты показали, что плоды аргании овальной формы является лучшими, потому что их ядра содержат более 50% жира и более высокую долю неомыляемых веществ. Данные по жирным кислотам и стеролам свидетельствовали, что аргановое масло содержит 80% ненасыщенных жирных кислот. Результаты также показали, что основными продуктами стерольного состава арганового масла были шутенол (или Δ -7-стигмастерол) (42,8 и 46,4%) и спинастерол (39,8 и 45,6%). Изучение химического состава показало отсутствие корреляции между формой плодов арганового дерева и составом жирных кислот. В зависимости от формы плодов аргании жирные кислоты и стеролы были связаны не только с формой, но и с характером почвы, высотой над уровнем моря, долготой и расстоянием от моря.

Ключевые слова: аргановое масло, химический состав, жирнокислотный профиль, форма плода, стерол

Благодарности: авторы благодарят коллег из Лаборатории химии растений за неоценимую помощь. Авторы также выражают искреннюю благодарность всем тем, кто прямо или косвенно способствовал реализации этой работы. Авторы заявили, что они не пользуются финансовой помощью для выполнения этой работы или публикации этой статьи.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Хилали М., Эль-Хаммари Л., Эль-Монфалути Х., Маата Н., Картах Б.Э. Изучение химического состава арганового масла в зависимости от формы плода. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):82-89. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-82-89

Introduction

The argan tree (*Argania spinosa* (L.) Skeels) is a tree endemic in Morocco, where it constitutes the second forest species of the country, after the holm oak and just before the thuya. It is a tree that can live up to 200 years. Some studies have observed 250-year-old trees. The argan forest covers approximately 800,000 ha, and has more than 20 million trees (Chamich, 2013). This tree from the Sapotaceae family is particularly resistant to the dry and arid conditions of Southwest Morocco. It can in fact withstand temperatures ranging from 3 to 50°C and be satisfied with very low rainfall (Mateille et al., 2016).

The argan tree grows wild and in abundance in the arid zone of Southwest Morocco, where it plays an irreplaceable role in the ecological balance and in the preservation of biodiversity. Thanks to its powerful root system, it helps to maintain the soil and fight against water and wind erosion, which threatens much of the region with desertification (Fig. 1).

The argan tree is also of great economic interest because it is a multipurpose tree. Each part of the tree is usable and serves as a source of income or food for the user: the wood is used as fuel, the leaves and fruits constitute fodder for goats and camels, and the oil extracted from the almond is used in human food and in traditional medicine (Justamante et al., 2017).

The argan tree therefore plays a socio-economic and environmental role (Justamante et al., 2017) of prime importance in these geographical areas. It got particular legislative status in Dahir on March 4, 1925 and specifications related to agrarian practices under the argan tree in July 20, 1983. This makes it a state forest whose right of use dedicated to local communities is very extensive: right to harvest fruit and collect wood for domestic use, with free fees. Unfortunately, its agricultural overexploitation, soil erosion, and the advance of the desert are all attack on this unique heritage. In less than a century, more than half of the forest has disappeared and its average density has increased from 100 to 300 trees per ha (Le Polain de Waroux, Lambin, 2012).

Despite all these interests, an alarming decline has been observed in argan groves both in acreage and density. In less than a century, more than 2/3 of the forest has disappeared and each year there are losses of 600 ha (Khayi et al., 2018). The argan tree is a multipurpose tree. Each part of the tree constitutes a source of income or food for the user. The argan tree plays an essential role in the fight against rain erosion by fixing the soil of the hills that it populates. It sets up a rampart against the desertification of the pre-Saharan areas of the Souss plain. This is how the uses of the argan tree are multiple. The importance of its environmental (brake against erosion and desertification) and socio-economic (grazing, argan oil, construction and firewood) roles now requires the development and implementation of a national and international strategy to safeguard this unique, very slowly growing species.

Argan oil has remarkable nutritional qualities indeed. It is an oil rich in monounsaturated fatty acids (43.15% of oleic acid: omega 9) and polyunsaturated ones (38.86% of linoleic acid: omega 6). The level of linoleic acid (vitamin F) is three times higher in argan oil than in olive oil (10.83% of linoleic acid). The tocopherol content of argan oil is 717 mg/kg (320 mg/kg in olive oil). Argan oil is very rich in gamma tocopherol (631 mg/kg) (30 mg/kg in olive oil) which gives it a protective effect against free radicals. Argan oil is rich in phytosterols. These belong to the delta 7 stigmastane family. The major sterols in argan oil are schottenol and spinasterol.

Schottenol is shown to be anticarcinogenic with a pronounced cytotoxic potential.

Faced with this problem, the Laboratory of Plant Chemistry and Organic and Bioorganic Synthesis, Faculty of Sciences of Rabat University, has set before itself the objective of promoting the products of the argan tree for the benefit of rural communities, so that they become more motivated to protect and replant the argan tree.

This work was therefore part of the continuation of the series of research carried out by the Laboratory of Plant Chemistry and Organic and Bioorganic Synthesis, Faculty of Sciences of Rabat University, on the argan tree to improve and enhance the products of the argan tree to preserve and develop the argan diversity.

Materials and methods

Preparation of samples

Weight study of samples

To carry out this work, we selected the region of Tamanar because this region is full of the argan tree. This region is located in the southwest of Morocco on a plain. Then we selected four trees of the argan tree, each tree having a different fruit shape (each tree yields a single shape) and then we took 100 fruits from each argan tree. Then we determined the fat content, protein rate, humidity and unsaponifiable content in the almond of the argan fruit.

Sample preparation

The extraction of argan oil is done in several stages (Hilali et al., 2020c):

- Pulping: the skin is removed from the fruit using two stones; the pulp and the nut are separated as the pulping is carried out.
- Crushing, or hulling: it is done with the same stones as the pulping, the nut is crushed by crushing it strongly. Sorting is done at the end of the operation.
- Roasting of almonds: it is done in earthen containers on a soft wood fire.
- Almond pressing: pressing is carried out by a KOMET D85-type worm screw press. Its output varies from 6 to 8 liters of oil per hour.

To study the relation between the shape of the argan fruit and the chemical composition of argan oil, with the help of indigenous populations 4 different fruit shapes (fusiform, apiculate, spherical and oval) (Hilali et al., 2020c) were selected among those harvested from the same place (Tamanar) in the province of Essaouira (the plain area in Southwest Morocco), knowing that the argan tree gives a single form of fruit.

After the harvest of the fruit of the argan tree, of each form, 100 fruits were selected, pulped and crushed to remove the kernel. After the hexane extraction with Soxhlet, the fat content, protein level, unsaponifiable content, and the compositions of fatty acids and sterols were determined.

Physicochemical analyses of oil

All the analyses were done in the Official Laboratory of Chemical Analysis and Research (LOARC) in Casablanca, Morocco. Percentage of fat, unsaponifiable content, percentage of protein, sterols and cis-fatty acids were measured according to the standardized methods of reference.

Determination of ISO 659 fat content

The lipid content was determined according to the AOAC method: 25 g of a sample was added to the filter paper cartridges, then placed on the Soxhlet. Then 250 mL of hexane was poured into a flask. The flask was heated for 4 hours. After removal of the solvent by distillation, the flask was dried at

a temperature of 70-80°C, then weighed after cooling in a desiccator.

The fat content was determined according to the following formula:

$$L (\%) = ((P2 - P1) / P3) \times 100,$$

where P1 is the weight of the empty flask (g);
P2 is the weight of the flask with the extracted oil (g);
P3 is the weight of the test portion (g)

Determination of the protein content

The protein content was determined according to the Kjeldahl method. This method was based on the quantification of the nitrogen content, then the protein content was calculated by multiplying the total nitrogen content N (%) by the coefficient of 6.25. This method was applied in two stages: 1 g of a sample was mixed with 1 g of the Kjeldahl catalyst (copper and potassium sulfate) and 15 mL of sulfuric acid, the mixture was prepared in a mineralization flask by applying progressive heating. When the solution became clear, it was cooled with 100 mL of distilled water. The second stage was the distillation which consisted in solubilizing the mineral nitrogen in the form of ammonia; this stage was carried out in a Rota vapor by adding 20 mL of soda to 35–102% in the flask and 25% of boric acid in a 250 mL flask. The ammonia was recovered in a solution of boric acid. The last step was titration: carried out by adding a few drops of the Tachiro indicator (mixture of methylene blue and methyl red) to the flask containing ammonia and boric acid. The excess ammonia was then dosed with 0.05 N sulfuric acid by simple titration.

The total nitrogen content has been determined according to the following formula:

$$N (\%) = (C_o \times 2 \times V \times 14) / P$$

$$P (\%) = N (\%) \times 6.25,$$

where N is the percentage of nitrogen (%);
P is the percentage of protein (%);
C_o is the normality of sulfuric acid (0.05);
V is the volume of sulfuric acid poured (mL);
P is the weight of the test portion (g).

Determination of unsaponifiable content

The unsaponifiable content is defined as the percentage of the substances present in the product which, after saponification thereof with potassium hydroxide and extraction with a specified solvent, are not volatile under the specified operating conditions.

Procedure

In a 250 ml flask, weigh 5 g of the argan oil and add 50 mL of the KOH (1N) solution (ethanolic). Bring to a gentle boil for an hour. Then add 100 mL of distilled water from the top of the condenser, and allow to cool. The reaction mixture is transferred to a separating funnel and then extracted three times with 100 mL of diethyl ether.

The diethyl ether extracts are combined and then washed 3 times with 40 mL of distilled water while gently rotating the separatory funnel. The water from the last wash should not give a pink color by adding a drop of the phenolphthalein solution. The ethereal phase is transferred to a 500 mL flask which has been dried and tared beforehand. The solvent is evaporated off with a rotary steamer and the residue is dried in an oven at 103 ± 2°C for 15 min until the difference between two successive weighings is less than 0.00015 g, or P1 (the mass of the residue).

After weighing the residue, it is dissolved in 4 mL of diethyl ether. Then 20 mL of preneutralized 95° ethanol and a few drops of phenolphthalein are added.

The titration is carried out with an ethanolic KOH solution titrated at 0.1 N to determine the free fatty acids.

Calculation of the unsaponifiable content

The percentage unsaponifiable content is calculated using the following formula:

$$[P1 - (0.28 \times V \times T)] \times 100 / P,$$

where P is the mass in g of the test sample;
P1 is the mass in g of the residue;
T is the exact normality of the KOH solution (0.1 N);
V is the volume of the KOH solution (0.1N) in cm³.

Determination of composition and nature in total sterols

Operating mode

Argan oil was weighed in a 250 mL flask and then 25 mL of a solution of potassium hydroxide (1N ethanol) was added. The flask was heated at reflux for 30 min until the solution became clear. Finally, to stop the reaction, 25 mL of distilled water was added.

Extraction of the unsaponifiable was carried out using 75 mL of hexane or petroleum ether. The organic phase was subjected to a series of washings with 15 mL of the mixture (water/ethanol 95°) (90/10) in a separatory funnel.

The hexane phase was transferred from the top of the ampoule into a 100 mL flask. After evaporation of the solvent using a rotary evaporator, the unsaponifiable material was recovered.

The unsaponifiable agent, diluted with 300 µL of hexane or petroleum ether, was filtered on a silica column (25 cm × 4 mm). The HPLC device was equipped with a 205–254 nm UV detector. The eluent was an isoctane/isopropanol (99/1) mixture whose flow rate was 1.2 mL/min. The duration of the analysis was 15 min, the sterol fraction, recovered according to standard NF 12228 May 1999, was evaporated to dryness.

The sterols were converted to silylated derivatives (TMS) using a mixture of pyridine, hexamethyldisilazane (HMDS) and trimethylchlorosilane (TMCS), (9/1/1), (v/v/v). The pyridine was evaporated to dryness and the silylated derivative was diluted with 60 µL of heptane or hexane.

The TMS sterols were analyzed by gas chromatography (GC) on an apolar column (Chroma pack) (30 m × 0.32 mm, DI: 0.25 µm, phase: CPSIL8CB).

The HP Hewlett Packard 6890 GC Series Chromatograph was equipped with a FID detector (T: 300°C). The carrier gas was nitrogen and its flow rate was 1 mL/min (PE: 8.6 bar). The analysis was performed in temperature programming (200°C up to 270°C with a speed of 10°C/min and an isotherm at 270°C for 35 min).

Analysis of cis-fatty acids

Operating mode

The test sample of argan oil (1 g) was supplemented with 0.5 mL of methanolic KOH for HPLC (minimum 98%) and 10 mL of methanol in a 100 mL flask. The mixture was refluxed for 15 min until the solution became clear. Then 1 mL of heptane was added to the reaction mixture after cooling.

The heptanic phase containing the methyl esters was transferred to a test tube and then a solution of sodium carbonate Na₂CO₃ was added. This neutralized all free acids by giving sodium salts with a release of carbon dioxide.

The methyl esters, which were in the organic phase, were removed using a 2 mL cone pipette and placed in a test tube.

The methyl esters underwent a series of washings. 20 mL was taken from the esters, which was placed in a tube of the nominal capacity of 2 mL and then filled with heptane. The fatty acid was analyzed by GC gas chromatography. The HP Hewlett Packard 6890 GC Series GC chromatograph was equipped with a divider (T: 240°C) and a FID (T: 260°C) injector. The carrier gas was nitrogen (PE: 12.4 bar). The analysis was carried out in temperature programming (140°C to 200°C with a speed of 10°C/min and an isotherm at 200°C for 40 min) on a capillary column (polyethylene glycol) (30 m × 0.32 mm, DI: 0.25 µm).

Results and discussions

Our field investigation revealed four different argan-tree fruit shapes: fusiform, oval, apiculate, and spherical (Gharby et al., 2013). With the help of the indigenous communities, an area located in the plain was selected. So, there were 4 samples containing different fruit shapes and in places to see the relationship between the shape and the chemical composition (Table 1).

It emerged from these results that the argan kernel was very rich in fat (54%) (Table 1) and in lipid extract; the values found for the fat of the almond varied from 49% for the apiculate shape to 54% for the oval shape. Moreover, the unsaponifiable rate varied from 0.22% to 0.60% for the oval shape.

When it came to protein levels, almonds were rich in protein (Hilali et al., 2020a, 2020b).

In the almond, variations were from 21.5% for the fusiform shape to 25% for the apiculate shape (Fig. 1) (Hilali et al., 2020a, 2020b).

This result showed clearly that the shapes of the argan-tree fruits is connected with the percentage of fat, the protein and the unsaponifiable content in their argan fruit kernel and that the best shape is oval because it contains the highest percentage of fat and protein.

Analysis of fatty acids

The fatty acid composition of different oils was determined after methylation of argan oil and analysis of methyl esters by gas chromatography on a capillary column. Table 2 groups together the results obtained for the 4 samples.

The fatty acid composition corroborates with the data in the literature (Hilali et al., 2020a, 2020b) (Fig. 2).

The fatty acid analyses were made by gas chromatography (series Hewlett Packard 6890 GC). For the identification of fatty acid, we compared the time to remember these acids by the reference time.

Virgin argan oil contains 80% of unsaturated fatty acids. It is of the oleic-linoleic type and contains between 30 to 34% of essential fatty acids: linoleic acid (30 to 34%) (vitamin F) (Table 2).

Unsaturated fatty acids play an essential role in the prevention of cardiovascular disease, while the omega 6 family (like linoleic acid) is essential for the growth of a child (Dubey et al., 2020; Shivakumara et al., 2021).

Its oleic acid content makes argan oil particularly beneficial in regulating cholesterol (Shivakumara et al., 2021).

The other fatty acids present were: myristic acid C14:0 (0.12 to 0.18%), palmitic C16:0 (13 to 15%) and stearic C18:0 (4.7 to 6.4%) (Fig. 2). The percentage of linolenic acid (C18:3) in argan oil did not exceed 0.1%. The presence of long chain fatty acids, such as C20:0 (0.34%) and C22:0 (0.1%), was noted in virgin argan oil.

Table 1. Percentage of fatty matter, unsaponifiables and proteins in the almond of the argan fruit

Таблица 1. Процентный состав жиров, неомыляемых веществ и белков в ядре агранового плода

Lot	Sample No.	Form of the fruit	% of fat (almond)	% of unsaponifiable in oil	% of protein
Lot Plain	1	Apiculate	49	0,22	25
	2	Fusiform	51	0,36	21,5
	3	Spherical	50	0,36	23
	4	Oval	54	0,60	22

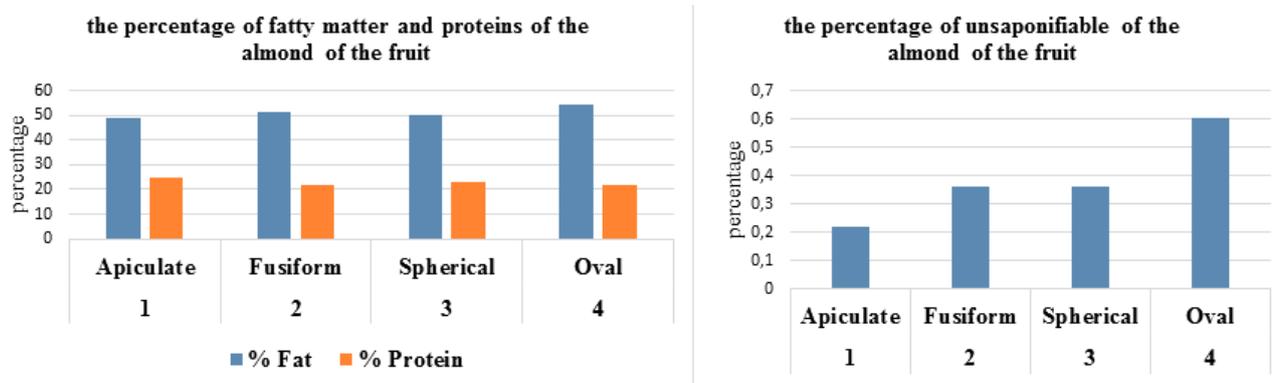


Fig. 1. Percentage of fatty matter, proteins and unsaponifiables of the almond of the argan tree

Рис. 1. Процентный состав жиров, белков и неомыляемых веществ в ядре агранового плода

Table 2. Fatty acid composition of argan oil in samples 1 to 4
Таблица 2. Жирнокислотный состав арганового масла у образцов 1–4

Fatty acid	Sample No., form			
	1 apiculate	2 fusiform	3 spherical	4 oval
Myristic C14 :0	0.15	0.12	0.16	0.18
Canoic pentade C15 :0	0.07	0.05	0.05	0.05
Palmitic C16 :0	14.52	13.69	15.11	14.15
Palmitoleic C16 :1	0.12	0.14	0.16	0.10
Heptadecanoic C17 :0	0.05	0.08	0.07	0.09
Stearic C18 :0	6.39	5.41	4.78	5.35
Oleic C18 :1	46.97	48.46	44.13	46.78
Linoleic C18 :2	30.75	31.02	34.56	32.32
Linolenic C18 :3	0.42	0.41	0.40	0.44
Arachidic C20 :0	0.34	0.35	0.36	0.34
Behenic C22 :0	–	0.10	0.08	0.08

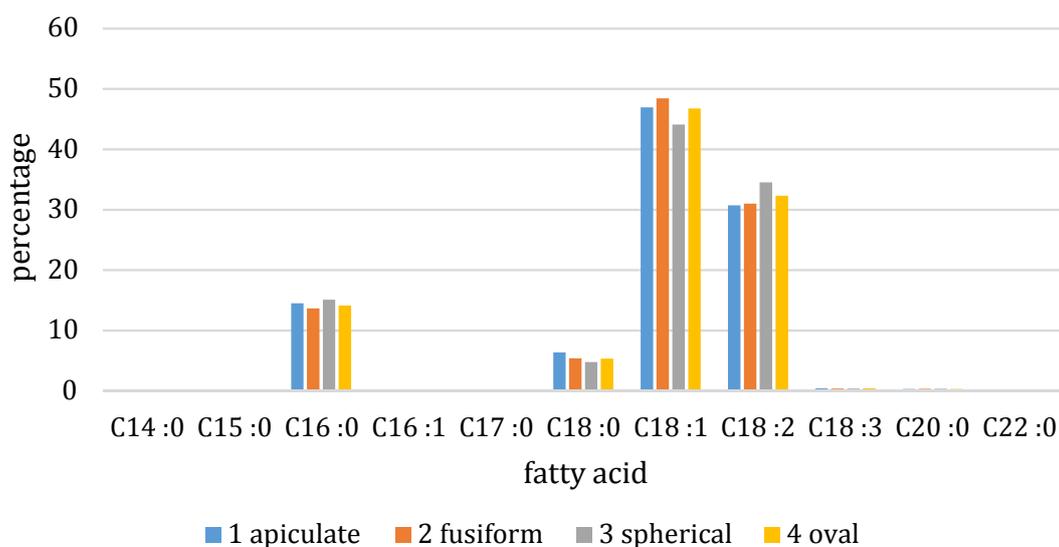


Fig. 2. Fatty acid composition of argan oil in samples 1 to 4
Рис. 2. Жирнокислотный состав арганового масла у образцов 1–4

It emerged from the study of the fatty acid composition of the fruits that there was no association between the shape of the fruit and the composition of fatty acids.

Analysis of sterols

The sterols in different samples of virgin argan oil were determined by gas chromatography after silylation of the sterol fraction. The latter was obtained by fractionating the unsaponifiable in virgin argan oil by HPLC on a normal phase. This analysis was carried out in the presence of an internal control: 0.2% α -cholestanol in chloroform.

The various sterols that we encountered were identified by gas chromatography coupled with mass spectrometry and by comparison with data from the literature. Their individual

and total assay was possible by GC using an internal standard: 0.2% α -cholestanol in chloroform.

The sterolic composition was consistent with the data in the literature. They were essentially Δ -7-stigmasterols. The predominant products were schottenol (or Δ -7-stigmasterol) and spinasterol (Table 3; Fig. 3). Their proportion varied, respectively, between 42.8 and 46.4%, and 39.8 and 45.6% (Fig. 3) (Guillaume et al., 2019).

Commonly, schottenol and spinasterol are rarely found in vegetable oils, but were characteristic of this oil. Two minority sterols have been identified in argan oil. These were stigmasta-8,22-diene and stigmasta-7,24-28-diene (or Δ -7-avenasterol). Their proportion varied between 2.5% and 4.7% of the mixture of total sterols (El Kharrassi et al., 2014).

Table 3. Sterol composition of argan oil in samples 1 to 4
Таблица 3. Состав стеролов арганового масла в образцах 1–4

Sterol	Sample No., form			
	1 apiculate	2 fusiform	3 spherical	4 oval
Spinasterol :7,22diene-3 β -ol	39.88	45.63	41.03	43.18
Schottenol :7ene-3 β -ol	42.79	46.37	44.10	43.27
Stigmasta 8,22diene 3 β -ol	3.26	2.53	3.35	3.46
Stigmasta 7,24diene 3 β -ol	2.83	3.90	2.63	4.72

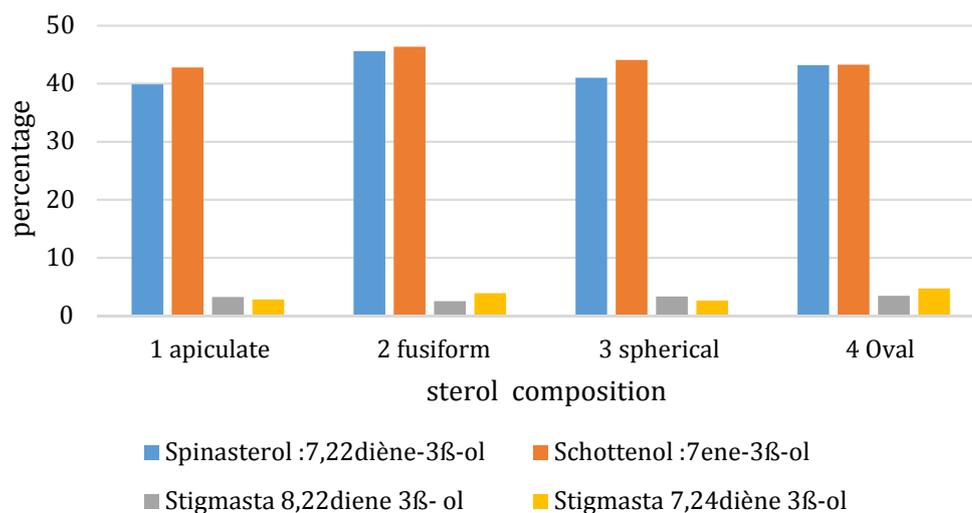


Fig. 3. Sterol composition of argan oil in samples 1 to 4
Рис. 3. Состав стеролов арганового масла в образцах 1–4

It was found that the campesterol content in argan oil is very low. It can be used as a parameter and as a marker to detect adulteration of argan oil.

The study of the sterolic composition of argan oil from 4 samples showed that there was no association between the shape of the argan fruit and the composition of sterols (El Abbassi et al., 2014).

Conclusion

For this study of the association between the argan fruit shape on the chemical composition of argan oil we selected, with the help of indigenous communities, 4 different shapes of fruit, collected from the same place (Tamanar) in the province of Essaouira, southern Morocco. The results of this work show that the oval shape represents the best shape of the argan-tree fruit because it contains a higher percentage of fat, protein and unsaponifiable, so it can be concluded that the oval shape is the best argan fruit shape compared with other shapes. There was no association between the shape of the fruit and the composition of fatty acids and sterols. The results obtained make it impossible to conclude that the fruit shape is associated with the compositions of fatty acids or sterols. The differences of these substances contents, observed in the study, were not associated only with the fruits' forms, but also depended on the nature of the soil and the altitude, as well as, the longitude and the distance from the sea.

References / Литература

- Chamich M. La forêt d'Arganier: quelle gestion pour quelle ressource. *Revue forestière française*. 2013;17:145-150. [in French] DOI: 10.4267/2042/53628
- Dubey G., Prabhu A.V., Khan T., Pant K., Kumari R., Chandra M. Role of polyunsaturated fatty acid derivative flaxseeds in the treatment of dry eyes – An overview. *International Journal of Current Research and Review*. 2020;15(23):35-40. DOI: 10.31782/IJCRR.2020.122312
- El Abbassi A., Khalid N., Zbakh H., Ahmad A. Physicochemical characteristics, nutritional properties, and health benefits of argan oil: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2014;54(11):1401-1414. DOI: 10.1080/10408398.2011.638424
- El Kharrassi Y., Samadi M., Lopez T., Nury T., El Kebbjaj R., Andreoletti P. et al. Biological activities of Schottenol and Spinasterol, two natural phytosterols present in argan oil and in cactus pear seed oil, on murine microglial BV2 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2014;44(3):798-804. DOI: 10.1016/j.bbrc.2014.02.074
- Gharby S., Hicham H., Kartah B.E., El Monfalouti H., Denhez C., Hilali M. et al. Can fruit-form be a marker for argan oil production? *Natural Product Communications*. 2013;8(1):25-28. DOI: 10.1177/1934578X1300800106
- Guillaume D., Pioch D., Charrouf Z. Argan [*Argania spinosa* (L.) Skeels] oil. In: M. Ramadan (ed.). *Fruit Oils: Chemis-*

- try and Functionality*. Cham: Springer; 2019. p.317-352. DOI: 10.1007/978-3-030-12473-1_16
- Hilali M., El Monfalouti H., Kartah B.E. Evaluation of the chemical composition of argan (*Argania spinosa* L.) oil according to its mode of extraction, origin of production and altitude. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2020a;10(3):111-118. DOI: 10.36380/scil.2020.ojaf15
- Hilali M., El Monfalouti H., Kartah B.E. In search of economically interesting trees in the argan (*Argania spinosa* L. Skeels) grove. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 2020b;21(25-26):1-10. Available from: <https://www.ikprress.org/inde> El Monfalouti H.x.php/PCBMB/article/view/5300 [accessed Jan. 09, 2020].
- Justamante M.S., Ibáñez S., Villanova J., Pérez-Pérez J.M. Vegetative propagation of argan tree (*Argania spinosa* (L.) Skeels) using *in vitro* germinated seeds and stem cuttings. *Scientia Horticulturae*. 2017 ;225:81-87. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.06.066
- Khayri S., Azza N.E., Gaboun F., Pirro S., Badad O., Claros M.G. et al. First draft genome assembly of the Argane tree (*Argania spinosa*). *F1000Research*. 2018;7:1310. DOI: 10.12688/f1000research.15719.2
- Le Polain de Waroux Y., Lambin E.F. Monitoring degradation in arid and semi-arid forests and woodlands: The case of the argan woodlands (Morocco). *Applied Geography*. 2012;32(2):777-786. DOI: 10.1016/j.apgeog.2011.08.005
- Mateille T., Tavoillot J., Martiny B., Dmowska E., Winiszewska G., Ferji Z. et al. Aridity or low temperatures: What affects the diversity of plant-parasitic nematode communities in the Moroccan argan relic forest? *Applied Soil Ecology*. 2016;101:64-71. DOI: 10.1016/j.apsoil.2015.11.026
- Shivakumara C.S., Satish A., Usha Devi C. Assessment of health awareness and nutritional knowledge of the dyslipidemia subjects. *International Journal of Current Research and Review*. 2021;13(3):120-125. DOI: 10.31782/IJCRR.2021.13315

Information about the authors

Miloudi Hilali, Laboratory of Plant Chemistry and Organic and Bioorganic Synthesis, Faculty of Science, Mohammed V University, Av. Ibn Battouta, Agdal (Rabat) BP 1014, Morocco, hilali400@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0003-2062-2969>

Larbi El Hammari, Laboratory of Applied Chemistry of Materials, Faculty of Science, Mohammed V University, Av. Ibn Battouta, Agdal (Rabat) BP 1014, Morocco, elhammarilarbi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3694-353X>

Hanae El Monfalouti, Laboratory of Plant Chemistry and Organic and Bioorganic Synthesis, Faculty of Science, Mohammed V University, Av. Ibn Battouta, Agdal (Rabat) BP 1014, Morocco, hanae.elmonfalouti@um5.ac.ma, <https://orcid.org/0000-0002-5192-9034>

Nadia Maata, Official Laboratory of Chemical Analysis and Research, 25 Nichakra Rahal St., Casablanca BP 20110, Morocco, maata.loarc@gmail.com

Badr Eddine Kartah, Laboratory of Plant Chemistry and Organic and Bioorganic Synthesis, Faculty of Science, Mohammed V University, Av. Ibn Battouta, Agdal (Rabat) BP 1014, Morocco, badrkartah@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5114-0618>

Информация об авторах

Милуди Хилали, Лаборатория химии растений, органического и биоорганического синтеза, факультет естественных наук, Университет Мохаммеда V, BP 1914 Марокко, Агдаль (Рабат), ав. Ибн Баттута, hilali400@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0003-2062-2969>

Ларби Эль-Хаммари, Лаборатория прикладной химии материалов, факультет естественных наук, Университет Мохаммеда V, BP 1914 Марокко, Агдаль (Рабат), ав. Ибн Баттута, elhammarilarbi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3694-353X>

Ханаэ Эль-Монфалутти, Лаборатория химии растений, органического и биоорганического синтеза, факультет естественных наук, Университет Мохаммеда V, BP 1914 Марокко, Агдаль (Рабат), ав. Ибн Баттута, hanae.elmonfalouti@um5.ac.ma, <https://orcid.org/0000-0002-5192-9034>

Надя Маата, Официальная лаборатория химического анализа и исследований, BP 20110 Марокко, Касабланка, ул. Ничакра Рахаль, 25, maata.loarc@gmail.com

Бадр Эддин Картах, Лаборатория химии растений, органического и биоорганического синтеза, факультет естественных наук, Университет Мохаммеда V, BP 1914 Марокко, Агдаль (Рабат), ав. Ибн Баттута, badrkartah@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5114-0618>

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The article was submitted on 14.03.2021; approved after reviewing on 01.03.2022; accepted for publication on 03.06.2022. Статья поступила в редакцию 14.03.2021; одобрена после рецензирования 01.03.2022; принята к публикации 03.06.2022.

КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

Научная статья
УДК 634.723.1:632.524.84:631.524.5(470.2)
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-90-102



Морфометрические параметры ягод и кистей черной смородины в условиях Северо-Запада России

О. А. Тихонова

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени
Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ольга Анатольевна Тихонова, o.tikhonova@vir.nw.ru

Актуальность. Изучение морфометрических параметров продуктивности сортов является важным, поскольку позволяет выделить наиболее продуктивные сорта и ценные генотипы с улучшенными показателями механического состава ягод для использования в селекции.

Материалы и методы. Оценка морфометрических параметров ягод и кистей проводили в 2016–2018 гг. на коллекции черной смородины научно-производственной базы (НПБ) «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». В качестве объектов исследования использовали 51 образец черной смородины различного генетического и эколого-географического происхождения. Контролем для ранних сортов служил районированный по Северо-Западу РФ сорт 'Нара'; для сортов, созревающих в средние и среднепоздние сроки – сорт 'Петербургенка'. При проведении исследований руководствовались общепринятыми методиками. Статистическую обработку данных выполняли с использованием программы Microsoft Excel и методических указаний.

Результаты и заключение. В результате проведенных исследований выделены ценные генотипы с лучшими морфометрическими показателями и сорта для промышленного и любительского садоводства. Крупноплодностью и стабильностью признака обладают сорта: 'Юбилейная Копаня' (к-44189), 'Селеченская 2' (к-42637), 'Литвиновская' (к-45542), 'Фортуна' (к-44194), 'Партизанка брянская' (к-45548), 'Софиевская' (к-43131), 'Радужная' (к-45549), 'Kagri' (к-44172) и образец 2780-20-33 (к-49788). По 8 ягод в кисти формируют сорта 'Козацкая' (к-44187) и 'Перезвон' (к-45589). Лучшими сортами по оптимальному сочетанию изученных признаков и наиболее адаптированными к условиям Северо-Западного региона России являются: 'Андреевская' (к-49787), 'Казкова' (к-44196), 'Радужная' (к-45549), 'Севчанка' (к-45551), 'Селеченская 2' (к-42637), 'Софиевская' (к-43131), 'Татран Слава' (к-44182), 'Kagri' (к-44172), 'Юбилейная Копаня' (к-44189). Выявлены взаимосвязи между отдельными морфоструктурными компонентами продуктивности.

Ключевые слова: *Ribes* L., вид, образец, масса ягоды, диаметр ягоды, вариабельность, число цветков в кисти, число ягод в кисти

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0481-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Тихонова О.А. Морфометрические параметры ягод и кистей черной смородины в условиях Северо-Запада России. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):90-102. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-90-102

COLLECTIONS OF THE WORLD'S CROP GENETIC RESOURCES FOR THE DEVELOPMENT OF PRIORITY PLANT BREEDING TRENDS

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-90-102

Morphometric parameters of black currant berries and racemes under the conditions of Northwest Russia

Olga A. Tikhonova

N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

Corresponding author: Olga A. Tikhonova, o.tikhonova@vir.nw.ru

Background. It is important to study morphometric parameters of productivity in cultivars because it allows us to identify the most productive cultivars and valuable genotypes with improved characteristics of the mechanical composition of berries for use in breeding practice.

Materials and methods. Morphometric parameters of berries and racemes were assessed at Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR in 2016–2018. Fifty-one black currant cultivars of various genetic and ecogeographic origin were the material for the research. Cvs. 'Nara' (for early cultivars) and 'Peterburzhenka' (for mid-season and mid-late ones), both listed in the State Register of Selection Achievements for Northwest Russia, served as the references. The research was conducted by conventional methods. Statistical data processing was performed using Microsoft Excel and guidelines.

Results and conclusions. As a result of the research, valuable genotypes with the best morphometric parameters and cultivars for commercial and amateur gardening were identified. Large fruit size and stability of this trait were observed in cvs. 'Yubileinaya Kopanya' (k-44189), 'Selechenskaya 2' (k-42637), 'Litvinovskaya' (k-45542), 'Fortuna' (k-44194), 'Partizanka bryanskaya' (k-45548), 'Sofievskaya' (k-43131), 'Raduzhnaya' (k-45549), 'Karri' (k-44172), and accession 2780-20-33 (k-49788). Cvs. 'Kozatskaya' (k-44187) and 'Perezvon' (k-45589) develop 8 berries per raceme. The best cultivars with optimal combinations of the studied traits, suitable for large-scale cultivation and amateur gardening in Northwest Russia, are 'Andreevskaya' (k-49787), 'Kazkova' (k-44196), 'Raduzhnaya' (k-45549), 'Sevchanka' (k-45551), 'Selechenskaya 2' (k-42637), 'Sofievskaya' (k-43131), 'Tatran Slava' (k-44182), 'Karri' (k-44172), and 'Yubileinaya Kopanya' (k-44189). Correlations between individual morphostructural yield components were identified.

Keywords: *Ribes* L., wild species, accession, berry weight, berry diameter, variability, number of flowers per raceme, number of berries per raceme

Acknowledgements: the research was performed within the framework of the State Task according to the theme plan of VIR, Project No. 0481-2022-0004 "Improving the approaches and methods for *ex situ* conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding".

The author thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Tikhonova O.A. Morphometric parameters of black currant berries and racemes under the conditions of Northwest Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):90-102. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-90-102

Введение

Масса ягоды является одним из основных компонентов продуктивности. С развитием любительского садоводства этот показатель стал едва ли не одним из определяющих при выборе сорта. При прочих равных условиях предпочтение всегда отдается сортам с более крупными ягодами. Справедливости ради следует отметить, что крупноплодные сорта не только выглядят более привлекательными и в силу этого ценятся за свой внешний вид, но и способны обеспечить значительную прибавку урожая по сравнению с мелкоплодными и среднеплодными сортами и в приусадебных садах, и в производственных насаждениях. Кроме того, при уборке урожая вручную ягоды таких сортов собираются легче и быстрее.

В настоящее время значительные успехи в селекции на крупноплодность достигнуты в ведущих селекционных учреждениях – Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК, г. Орел), Федеральном научном центре (ФНЦ) им. И.В. Мичурина (г. Мичуринск), Всероссийском научно-исследовательском институте (ВНИИ) люпина (г. Брянск), Федеральном научном центре садоводства (ВСТИСП, г. Москва), НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко (НИИСС, г. Барнаул), Южно-Уральском НИИ садоводства и картофелеводства (ЮУНИИСК, г. Челябинск), Свердловской селекционной станции садоводства (г. Екатеринбург).

Благодаря усилиям отечественных селекционеров созданы такие крупноплодные сорта, как 'Добрыня', 'Лучия', 'Сластена', 'Экзотика', 'Ажурная', 'Вологда', 'Лентяй', 'Памяти Потапенко', 'Добрый джинн' и др., средняя масса ягоды которых превышает 1,5 г, а максимальная степень выраженности признака у сорта 'Ядреная' достигает 7,8 г.

Современные крупноплодные сорта в большинстве своем являются производными европейского и сибирского подвидов смородины черной и смородины дикуши или содержат гены европейского и сибирского подвидов *Ribes nigrum* L., скандинавских сортов и некоторых форм смородины дикуши.

Мнения исследователей по поводу вклада того или иного вида в создание крупноплодных сортов разделились. Так, Е. П. Куминов (Kuminov, 1980), А. С. Равкин и З. С. Зотова (Ravkin, Zotova, 1983) связывают успех селекции на крупноплодность с использованием отборных форм сибирского подвида смородины черной и некоторых сортов западноевропейского происхождения. Роль дикуши в получении крупноплодных сеянцев, по мнению А. С. Равкина (Ravkin, 1987), менее определена. Сам вид, как указывал А. С. Равкин (Ravkin, 1987), будучи среднеплодным, принимал участие в создании сортов лишь через мелкоплодный сорт 'Приморский Чемпион' (F₁) или сорт 'Голубка' (F₂). Сходной точки зрения придерживался и Е. П. Куминов (Kuminov, 1980), который полагал, что в селекции на крупноплодность потомки смородины дикуши неперспективны. К. Н. Копань и В. П. Копань (Коран К.Н., Коран В.П., 1988), напротив, считают, что проблема получения крупноплодных сеянцев с одномерными ягодами в кисти удачно решается за счет введения в геном последних генов *R. dikuscha* Fish. ex Turcz.

В разных климатических зонах страны величина ягоды может значительно меняться, поэтому очень важно провести оценку сортов в конкретном регионе возделывания и выявить наиболее адаптированные к условиям местности, а также лучшие из них по показателям механического состава ягод для использования в селекции.

Цель наших исследований – оценка в условиях Северо-Западного региона России морфометрических параметров ягод и кистей образцов черной смородины, интродуцированных в коллекцию ВИР, и выявление наиболее крупноплодных из них для внедрения в любительское и промышленное садоводство, а также выделение генотипов с лучшими показателями или оптимальным их сочетанием для целей селекции.

Материал и методика

Механический анализ ягод и кистей проводили в 2016–2018 гг. на коллекции черной смородины научно-производственной базы (НПБ) «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (г. Павловск, Санкт-Петербург). В качестве объектов исследования был использован 51 образец различного генетического и эколого-географического происхождения. Контролем (К) для ранних сортов служил районированный по Северо-Западному региону России сорт 'Нара', для средних и среднепоздних – сорт 'Петербурженка'. При проведении исследований руководствовались общепринятыми методиками (Program..., 1973; Sedov, Olgoltsova, 1999). Среднюю массу ягоды определяли путем взвешивания средней пробы из 100 ягод. По остальным морфометрическим параметрам (диаметр ягоды, число семян в ягоде, длина кисти, число цветков и ягод в ней) по каждому сорту проводили не менее 10–15 измерений в течение трех лет. Статистическую обработку данных выполняли с использованием пакета программ Microsoft Excel и методических указаний (Dospikhov, 1985).

Погодные условия вегетационных периодов, в которые проводились исследования, были достаточно сложными. Жаркая сухая погода, установившаяся в конце апреля – начале первой декады мая 2016 г. спровоцировала раннее и дружное цветение растений. В конце первой декады мая вслед за жаркой погодой произошло понижение средней температуры воздуха до 3,0–4,5°C, при этом похолодание сопровождалось длительными затяжными осадками. Средняя температура воздуха во второй половине мая составила лишь 13,1°C; в июне – 15,4°C. В 2017 г. холодная весна с двумя волнами возвратных заморозков во второй половине мая привела к подмерзанию бутонов и образовавшихся молодых завязей у ряда сортов. Сложившиеся обстоятельства усугублялись тем, что в предыдущем, 2016 г. закладка и дифференциация генеративной сферы растений проходила при неблагоприятных погодных условиях вегетационного периода. Кроме того, ранняя дождливая осень, раннее выпадение снежного покрова, продержавшегося очень короткое время, и наступивший затем длительный бесснежный период с ранними морозами – все эти факторы оказали негативное воздействие не только на процессы формирования генеративных органов, но и на их перезимовку, что в конечном итоге сказалось на самой продуктивности в целом. В 2018 г. наблюдалась жаркая сухая погода и во время цветения растений, и во время созревания ягод.

Результаты и обсуждение

Масса ягоды

«Масса ягоды» – генетически обусловленный признак, но на его проявление оказывают влияние многие факторы: почвенно-климатические условия региона произрастания, уровень агротехники, возраст расте-

ний (Shirko et al., 1993; Knyazev, Ogoltsova, 2004; Sazonov, 2011).

Исследования механического состава ягод 51 образца черной смородины показали, что параметры средней массы ягоды в условиях Северо-Запада России варьировали от 0,65 г ('Диамант') до 2,02 г (образец 2780-20-33) (таблица).

В зависимости от величины плода изученные образцы ранжированы на четыре группы. В состав I группы вошли образцы со средней массой ягоды более 1,5 г. Во II группу объединены крупноплодные сорта с массой ягоды от 1,01 до 1,5 г. III группа образована сортами со средней массой ягоды 0,91–0,98 г. Сорт 'Диамант', средняя масса ягоды которого составила 0,65 г, отнесен к мелкоплодным (IV группа).

Соотношение количества сортов в указанных группах показаны на рисунке 1.

Очень крупноплодные сорта (I группа) составили 15,7% от общего числа изученных. Средняя масса ягоды сортов этой группы превышала значения показателя контрольного сорта 'Петербурженка' на 0,33–0,82 г, или в среднем на 0,46 г (127,5–168,3%). Превышение средней массы ягоды раннего сорта 'Селеченская 2' по сравнению с контрольным сортом 'Нара' составило 0,35 г, или 125,9% по отношению к стандарту.

Наибольшую среднюю массу ягоды в составе этой группы имел элитный сеянец селекции ВНИИСПК 2780-20-33 (см. таблицу, рис. 2, а). Очень крупноплодными являются сорта 'Юбилейная Копаня', 'Селеченская 2', 'Литвиновская' (см. рис. 2b), 'Кари', 'Дегтяревская', 'Няня' и 'Талисман' (см. таблицу). Сорта, объединенные в эту группу, имели и максимальную массу наиболее крупных ягод (1,89–2,61 г).

Среди представителей I группы высокая стабильность признака ($V = 3,5–8,2$) была характерна для сортов 'Юбилейная Копаня' и 'Селеченская 2'. Средняя вариативность массы ягоды по годам ($V = 17,2–19,7$) отмечена у сортов 'Литвиновская', 'Кари' и образца 2780-20-33. Значительная изменчивость величины ягоды ($V = 22,9–37,0$) наблюдалась у сортов 'Талисман', 'Няня' и 'Дегтяревская'.

Крупноплодные сорта образовали наиболее многочисленную (II) группу (70,6%), в которую отнесены: 'Консул', 'Казкова', 'Козацкая', 'Софиевская' (рис. 3, а) 'Роксолана', (Украина), 'Десертная Огольцовая', 'Искушение', 'Арапка' (ВНИИСПК, г. Орел), 'Фортуна', 'Перезвон' (Свердловская селекционная станция садоводства, г. Екатеринбург), 'Нара', 'Севчанка', 'Навля', 'Партизанка брянская' (ВНИИ люпина, г. Брянск), 'Татран Слава' (см. рис. 3, b) и др. Основная масса крупноплодных сортов этой группы, созревающих в средние и среднепоздние сроки, имела значения показателя выше контрольного сорта 'Петербурженка' (см. таблицу). Но ни один из ранних сортов этой группы ('Перезвон', 'Севчанка', 'Varmas', 'Руслан', 'Яринка') не превысил по величине ягод значения показателя стандартного сорта 'Нара'.

Средняя масса наиболее крупных ягод у сортов этой группы находилась в пределах от 1,45 ('Кача') до 2,17 г ('Консул').

Размах изменчивости массы ягоды по годам у представителей данной группы был различным. Высоким уровнем стабильности признака характеризовалось 30,5% сортов. Коэффициент вариации $V < 10\%$ имели сорта 'Фортуна', 'Нара', 'Роксолана', 'Аметист', 'Искушение', 'Валентина', 'Перезвон', 'Навля', 'Albos', 'Varmas' и 'Слеза Исиды'. Средняя степень изменчивости величины ягоды ($V = 12,6–20,0\%$) отмечена у 41,7% изученных сортов, та-

ких как 'Андреевская', 'Козацкая', 'Гранд Европа', 'Софиевская', 'Альта', 'Арапка', 'Радужная', 'Ело' и др. Высокая вариативность признака ($V = 20,5–23,8\%$) наблюдалась у сортов 'Консул', 'Казкова', 'Десертная Огольцовая', 'Партизанка брянская', 'Севчанка', 'Дебрянск', 'Яринка', 'Светлолистная', 'Musti'.

Среднюю массу плода имели представители III группы, на долю которой приходится 11,8% изученных сортов. Эта группа образована сортами 'Almo', 'Ats', 'Mulgi must' (Эстония), 'Голосиевский великан' (Украина). К числу сортов со средней массой плода отнесен и зеленоплодный сорт 'Золото инков' (ФНЦ им. Мичурина).

Величина наиболее крупных ягод представителей этой группы составила 1,11–1,33 г (см. таблицу). Среди этих сортов слабый уровень изменчивости массы ягоды по годам был характерен для сортов 'Ats' и 'Золото инков'. Остальные сорта – 'Almo', 'Mulgi must', 'Голосиевский великан' и 'Клавдия' характеризовались средней вариативностью признака ($V = 11,9–16,1\%$).

Мелкоплодностью и при этом стабильностью показателя ($V = 3,5\%$) характеризовался сорт 'Диамант', средняя масса ягоды которого была существенно ниже уровня контрольного сорта 'Петербурженка'. Она составила 0,65 г; максимальная не превышала 1,07 г (см. таблицу).

Проведенные исследования показали, что на размер ягоды большое влияние оказывают погодные условия. Так, экстремальные погодные условия, сложившиеся в 2017 г., как уже указывалось, неблагоприятным образом сказались на величине ягоды (рис. 4).

Величина средней массы наиболее крупных ягод составила от 1,07 г ('Диамант') до 2,61 г (образец 2780-20-33). В зависимости от сортовых особенностей, величина данного показателя была больше средней массы ягоды на 0,2 г ('Золото инков') – 0,79 г ('Дебрянск'), или в среднем по всем сортам на 0,41 г. Стабильные значения признака ($V = 2,5–10,0\%$) были характерны для 21,6% изученных сортов, в том числе для таких крупноплодных, как 'Юбилейная Копаня', 'Козацкая', 'Татран Слава', 'Севчанка', 'Козацкая', 'Фортуна' и др. Средняя изменчивость показателя наблюдалась у 56,9% сортов, к которым отнесены сорта из разных по степени крупноплодности групп. Самая большая изменчивость массы крупных ягод отмечена у 21,6% сортов, в число которых вошли крупноплодные сорта 'Консул', 'Няня', 'Спас', 'Руслан', 'Валентина', 'Вернисаж', 'Mulgi must' и среднеплодный сорт 'Musti'.

Диаметр ягоды

Величина показателя «диаметр ягоды» варьировала в зависимости от сорта от 1,01 см до 1,48 см (см. таблицу). Наибольший размер ягоды (1,37–1,48 см) имели очень крупноплодные сорта 'Литвиновская', 'Юбилейная Копаня', 'Селеченская 2', образец 2780-20-33 и др. В группе крупноплодных сортов величина показателя находилась в пределах 1,12–1,35 см. Наименьший диаметр ягоды в этой группе имели сорта 'Слеза Исиды' (1,12 см), 'Вернисаж' (1,15 см), 'Яринка', 'Varmas' (1,18 см), 'Соломон', 'Ело', 'Musti' (1,19 см). Диаметр ягоды у сортов со средней массой плода составил 1,02–1,22 см. Мелкоплодный сорт 'Диамант' характеризовался небольшой величиной ягоды (1,01 см). Как правило, более крупноплодные сорта имели и большую величину плода. Между массой ягоды и ее диаметром в среднем существует высокая положительная корреляция ($r = 0,94$). В зависимости от сорта величина коэффициента корреляции (r) составила от 0,84 ('Голосиевский великан') до 0,98 ('Татран Слава', 'Козацкая', 'Консул', 'Няня', 'Золото инков').

Таблица. Морфометрическая характеристика сортов черной смородины (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2016–2018 гг.)
Table. Morphometric characteristics of black currant cultivars (Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR, 2016–2018)

Сорт / образец	№ по каталогу ВИР	Масса ягоды, г m ± x	Масса крупных ягод, г, m ± x	Диаметр ягоды, см, m ± x	Число семян в ягоде, шт., m ± x	Длина кисти, см m ± x	Число ягод в кисти, шт.
2780-20-33	49788	2,02 ± 0,12	2,61 ± 0,15	1,48 ± 0,04	43 ± 7,5	5,6 ± 0,85	5 ± 0,58
Юбилейная Копаня	44189	1,70 ± 0,08	2,15 ± 0,12	1,37 ± 0,09	46 ± 11,1	5,9 ± 0,85	6 ± 1,20
Селенская 2	42637	1,70 ± 0,04	2,16 ± 0,21	1,41 ± 0,02	28 ± 2,1	4,6 ± 0,15	6 ± 0,01
Литвиновская	45542	1,63 ± 0,14	2,14 ± 0,19	1,44 ± 1,05	42 ± 10,2	3,3 ± 0,69	5 ± 0,67
Каргі	44172	1,57 ± 0,18	1,98 ± 0,20	1,41 ± 0,06	77 ± 3,4	5,0 ± 0,63	7 ± 0,67
Дегтяревская	45532	1,55 ± 0,22	1,90 ± 0,16	1,38 ± 0,05	37 ± 7,2	5,0 ± 0,79	6 ± 0,85
Няня	45546	1,54 ± 0,28	2,19 ± 0,41	1,40 ± 0,70	85 ± 5,5	4,6 ± 0,35	6 ± 0,25
Талисман	44183	1,53 ± 0,20	1,89 ± 0,14	1,38 ± 0,06	46 ± 4,2	5,3 ± 1,00	7 ± 1,76
Консул	43128	1,50 ± 0,20	2,17 ± 0,23	1,30 ± 0,16	34 ± 9,5	4,4 ± 0,78	5 ± 1,08
Десертная Огольцовой	45670	1,45 ± 0,16	2,09 ± 0,18	1,34 ± 0,07	37 ± 5,5	3,8 ± 0,56	4 ± 0,33
Фортуна	44194	1,40 ± 0,02	1,82 ± 0,11	1,33 ± 0,01	42 ± 8,1	5,2 ± 0,69	6 ± 0,33
Козацкая	44187	1,35 ± 0,08	1,66 ± 0,06	1,34 ± 0,05	20 ± 3,9	4,6 ± 0,80	8 ± 1,50
Нара (К)	40606	1,35 ± 0,06	1,84 ± 0,19	1,35 ± 0,01	35 ± 5,9	4,4 ± 0,50	5 ± 0,67
Партизанка брянская	45548	1,34 ± 0,10	1,84 ± 0,18	1,29 ± 0,04	28 ± 3,5	3,9 ± 0,10	6 ± 0,33
Роксолана	44188	1,33 ± 0,06	1,67 ± 0,09	1,19 ± 0,09	23 ± 2,5	3,7 ± 0,32	5 ± 0,33
Гранд Европа	44181	1,31 ± 0,13	1,57 ± 0,16	1,30 ± 0,04	31 ± 7,5	4,0 ± 0,93	6 ± 1,15
Казкова	44196	1,29 ± 0,18	1,62 ± 0,11	1,26 ± 0,14	30 ± 7,0	4,7 ± 1,04	6 ± 0,88
Андреевская	49787	1,29 ± 0,14	1,77 ± 0,12	1,31 ± 0,05	49 ± 2,6	6,1 ± 0,80	7 ± 0,50

Таблица. Продолжение
Table. Continued

Сорт / образец	№ по каталогу ВИР	Масса ягоды, г m ± x	Масса крупных ягод, г, m ± x	Диаметр ягоды, см, m ± x	Число семян в ягоде, шт., m ± x	Длина кисти, см m ± x	Число ягод в кисти, шт.
Татран Слава	44182	1,29 ± 0,12	1,67 ± 0,05	1,33 ± 0,08	50 ± 2,5	5,1 ± 0,35	7 ± 0,58
Аметист	42470	1,29 ± 0,09	1,60 ± 0,09	1,26 ± 0,30	25 ± 6,9	5,0 ± 0,74	7 ± 0,57
Севчанка	45551	1,29 ± 0,20	1,65 ± 0,15	1,15 ± 0,13	38 ± 5,3	5,5 ± 1,09	6 ± 0,67
Руслан	45550	1,28 ± 0,10	1,69 ± 0,21	1,27 ± 0,06	37 ± 5,0	3,8 ± 0,75	6 ± 1,15
Перезвон	45589	1,28 ± 0,03	1,52 ± 0,12	1,26 ± 0,05	34 ± 4,0	5,3 ± 0,46	8 ± 0,33
Vargas	44174	1,26 ± 0,01	1,54 ± 0,13	1,18 ± 0,10	32 ± 1,5	4,6 ± 0,70	6 ± 0,58
Спас	45553	1,25 ± 0,09	2,00 ± 0,36	1,28 ± 0,04	31 ± 9,8	3,9 ± 0,42	6 ± 0,67
Искушение	42116	1,24 ± 0,02	1,60 ± 0,02	1,26 ± 0,01	44 ± 6,3	5,5 ± 1,02	7 ± 1,20
Дебрянск	45531	1,23 ± 0,15	2,02 ± 0,38	1,27 ± 0,09	28 ± 4,9	4,0 ± 0,62	6 ± 0,67
Софиевская	43131	1,23 ± 0,09	1,60 ± 0,10	1,23 ± 0,04	42 ± 6,2	4,5 ± 0,77	6 ± 0,88
Арапка	44175	1,21 ± 0,11	1,54 ± 0,09	1,27 ± 0,03	43 ± 1,2	4,4 ± 0,46	6 ± 0,10
Альга	43125	1,21 ± 0,09	1,77 ± 0,14	1,26 ± 0,05	26 ± 4,5	3,0 ± 0,29	6 ± 0,29
Радужная	45549	1,21 ± 0,09	1,55 ± 0,10	1,29 ± 0,02	35 ± 2,9	5,6 ± 0,57	6 ± 0,66
Валентина	49786	1,21 ± 0,02	2,04 ± 0,40	1,30 ± 0,05	39 ± 6,2	5,8 ± 1,90	7 ± 1,50
Вернисаж	43126	1,21 ± 0,11	1,45 ± 0,27	1,15 ± 0,10	24 ± 4,5	4,9 ± 0,49	7 ± 0,58
Навля	42228	1,20 ± 0,06	1,63 ± 0,10	1,29 ± 0,02	24 ± 3,6	4,0 ± 0,32	7 ± 0,71
Петербургженка (К)	33999	1,20 ± 0,02	1,51 ± 0,18	1,25 ± 0,05	40 ± 5,5	4,8 ± 0,60	5 ± 0,10
Канахама	44197	1,17 ± 0,09	1,57 ± 0,13	1,25 ± 0,03	30 ± 6,9	5,4 ± 0,66	7 ± 0,33

Таблица. Окончание
Table. The end

Сорт / образец	№ по каталогу ВИР	Масса ягоды, г $m \pm x$	Масса крупных ягод, г; $m \pm x$	Диаметр ягоды, см, $m \pm x$	Число семян в ягоде, шт., $m \pm x$	Длина кисти, см $m \pm x$	Число ягод в кисти, шт.
Яринка	44190	1,16 ± 0,15	1,46 ± 0,17	1,18 ± 0,01	33 ± 6,9	4,2 ± 0,60	5 ± 0,75
Слеза Исиды	49784	1,14 ± 0,02	1,48 ± 0,05	1,12 ± 0,09	41 ± 1,2	4,1 ± 0,43	6 ± 0,67
Светлолистная	43129	1,12 ± 0,13	1,50 ± 0,11	1,39 ± 0,11	28 ± 6,0	5,8 ± 0,52	6 ± 0,01
Musti	44173	1,11 ± 0,20	1,61 ± 0,37	1,19 ± 0,06	30 ± 1,1	4,1 ± 0,90	7 ± 1,50
Albos	44176	1,07 ± 0,03	1,47 ± 0,12	1,26 ± 0,04	32 ± 1,7	4,8 ± 0,85	7 ± 0,01
Elo	44171	1,03 ± 0,09	1,43 ± 0,08	1,19 ± 0,08	42 ± 2,2	5,2 ± 0,70	5 ± 0,58
Кача	41185	1,02 ± 0,10	1,45 ± 0,12	1,24 ± 0,05	23 ± 2,2	5,7 ± 0,49	6 ± 0,70
Соломон	45552	1,01 ± 0,06	1,34 ± 0,09	1,19 ± 0,04	47 ± 4,0	5,3 ± 0,28	7 ± 0,88
Almo	44169	0,98 ± 0,08	1,26 ± 0,11	1,21 ± 0,05	28 ± 3,8	5,5 ± 0,59	7 ± 0,63
Ats	44166	0,97 ± 0,06	1,33 ± 0,13	1,22 ± 0,04	21 ± 1,6	3,0 ± 0,40	5 ± 0,33
Голосиевский великан	44176	0,93 ± 0,08	1,17 ± 0,14	1,07 ± 0,09	29 ± 7,5	4,6 ± 1,70	6 ± 1,50
Mulgi must	38061	0,93 ± 0,09	1,20 ± 0,19	1,17 ± 0,05	35 ± 6,2	4,6 ± 0,13	6 ± 0,33
Клавдия	44180	0,92 ± 0,08	1,27 ± 0,07	1,19 ± 0,05	30 ± 4,3	4,1 ± 0,20	6 ± 0,50
Золото инков	49785	0,91 ± 0,02	1,11 ± 0,13	1,02 ± 0,07	41 ± 0,7	3,5 ± 0,66	6 ± 1,00
Диамант	44186	0,65 ± 0,08	1,07 ± 0,09	1,01 ± 0,05	12 ± 1,7	5,0 ± 0,30	7 ± 0,50
НСР ₀₅		0,49	0,26	0,20	14,1	1,8	1,97

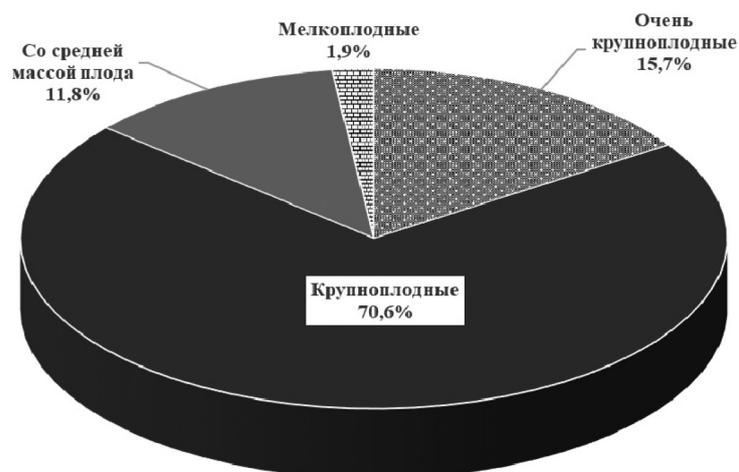


Рис. 1. Группировка сортов черной смородины по степени крупноплодности (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2016–2018 гг.)

Fig. 1. Grouping of black currant cultivars according to their fruit size (Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR, 2016–2018)



a)



b)

Рис. 2. Ягоды очень крупноплодных образцов черной смородины: а) 2780-20-33; б) 'Литвиновская' (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2016–2018 гг.)

Fig. 2. Berries of very large-fruited black currant accessions: а) 2780-20-33; б) 'Litvinovskaya' (Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR, 2016–2018)

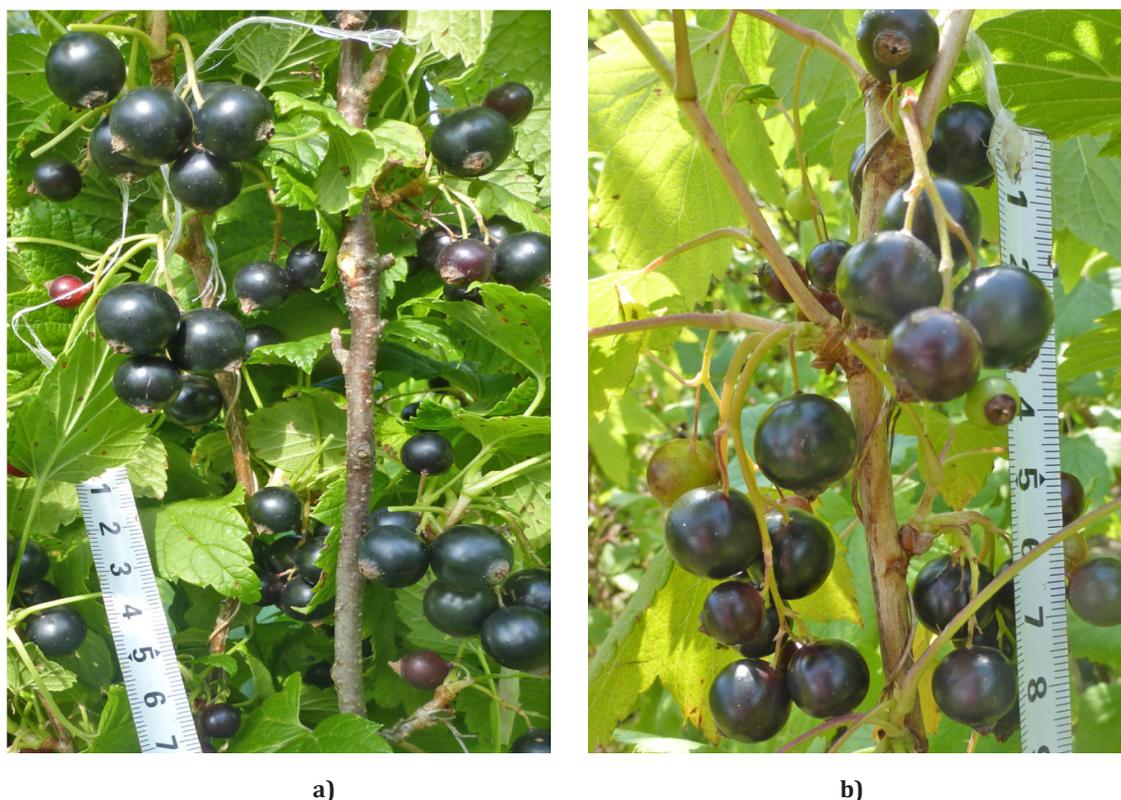


Рис. 3. Ягоды крупноплодных сортов черной смородины:
 а) 'Софиевская'; б) 'Татран Слава' (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2016–2018 гг.)

Fig. 3. Berries of large-fruited black currant cultivars:
 а) 'Sofievskaya'; б) 'Tatran Slava' (Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR, 2016–2018)



Рис. 4. Изменение средней массы ягоды в зависимости от условий года
 (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2016–2018 гг.)

Fig. 4. Changes in the average fruit weight depending on the conditions of the year
 (Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR, 2016–2018)

Число семян в ягоде

Среднее число семян в ягоде варьировало в зависимости от образца от 12 до 85 штук на ягоду (см. таблицу).

В ягодах крупноплодных сортов эта величина была различной. Относительно небольшое число семян (20–25 шт.) содержали ягоды крупноплодных сортов 'Козацкая', 'Роксолана', 'Аметист', 'Вернисаж', 'Навля' и 'Кача'. Крупноплодные сорта 'Селеченская 2', 'Партизанка брянская', 'Дегтяревская', 'Нара', 'Дебрянск', 'Казкова' характеризовались средним количеством (28–37) семян в одной ягоде. Самое большое число семян было в ягодах крупноплодных сортов 'Каттi' и 'Няня' – 77 и 85 штук соответственно. Сорта со средней массой плода в годы исследования характеризовались практически таким же количеством семян, как и ягоды крупноплодных сортов. Минимальную семенную продуктивность (12 семян в ягоде) имел мелкоплодный сорт 'Диамант' (см. таблицу).

Между массой ягоды и числом семян в ней существует положительная корреляция ($r = 0,71$).

Длина кисти и число цветков и ягод в ней

Важными компонентами продуктивности являются длина кисти и число цветков и ягод в ней. Увеличение длины кисти только на одну ягоду (массой 0,9–1,0 г) дает более тонны прибавки урожая на один гектар (Shavyrkina, Knyazev, 2014).

Различия по длине кисти у сортов черной смородины, как отмечает Э. Кип (Keer, 1981), не так велики.

Длиннокистностью и многоцветковостью среди видов рода *Ribes* L. из подрода *Eucoreosma* (Jancz.) Berg. от-

личается *R. bracteosum* Dougl., кисти которого достигают в длину 15–30 см и содержат 20–40 цветков. Этот вид был привлечен в селекцию через его гибридную форму *R. fuscescens* Jancz. (*R. bracteosum* × *R. nigrum*) с целью передачи признака длинокистности и позднего цветения (Sedov, 2009). Длиннокистность и многоцветковость присуща также *R. petiolare* Dougl., кисти которого насчитывают 20–50 цветков.

Большинство же современных сортов черной смородины являются потомками видов, кисти которых имеют среднюю длину. Исследованиями Н. М. Павловой (Pavlova, 1955) показано, что формы европейского подвида *R. nigrum* образуют кисти средней длины, содержащие 5–13 цветков; формы сибирского подвида (*R. nigrum* subsp. *sibiricum* E. Wolf) характеризуются формированием коротких – 1,5–3 см, реже до 4–6 см – кистей; очень редко кисти могут достигать 7–8 см, и как исключение встречаются формы, с длинными, до 14,5 см, кистями. Н. М. Бочкарниковой выявлены редко встречающиеся формы смородины дикуши с кистями 7–9 см длины, несущими 9–14 ягод (Bochkarnikova, 1973). Сорта скандинавского экотипа также характеризуются формированием кистей средней длины.

Родословная большинства вовлеченных в исследование сортов включает гены перечисленных выше таксонов.

Как показали исследования, 34,6% изученных сортов имели кисти средней длины (5,1–5,9 см). Среди них – 'Фортуна', 'Талисман', 'Искушение' (рис. 5), 'Юбилейная Копаня', 'Светлолистная', 'Севчанка', 'Радужная' и др. (см. таблицу).

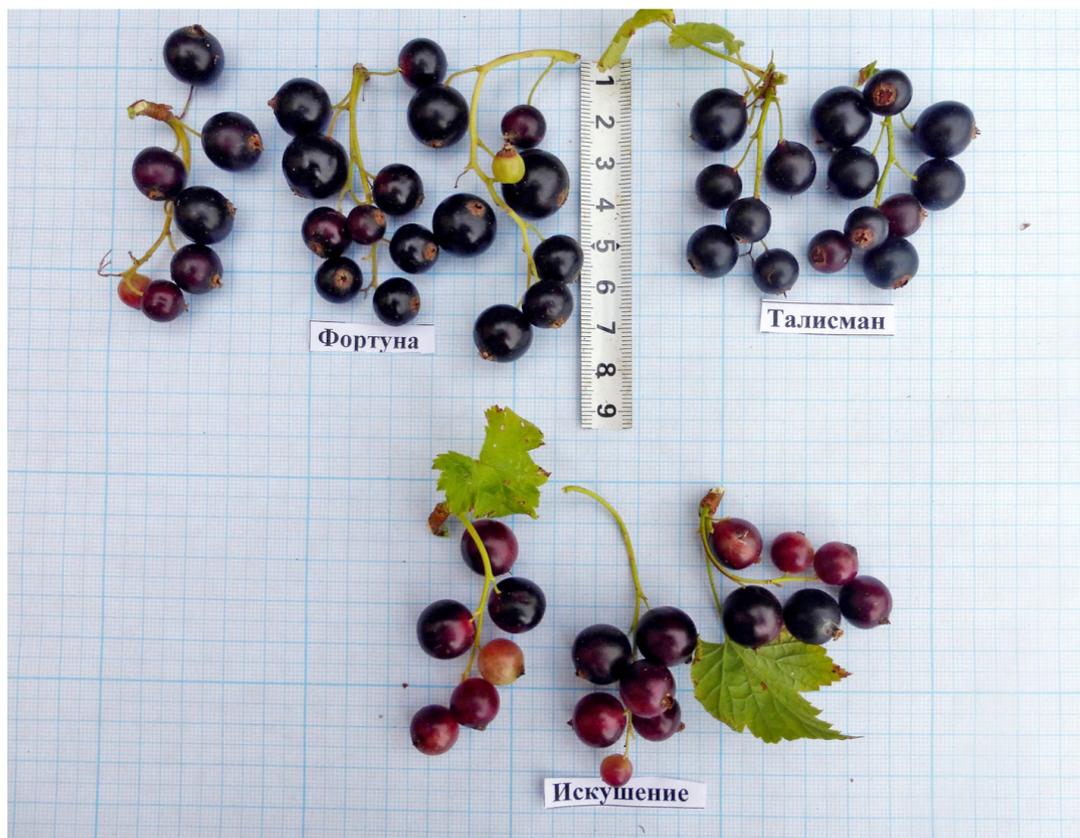


Рис. 5. Длина кисти сортов черной смородины (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2016–2018 гг.)

Fig. 5. Raceme lengths of black currant cultivars (Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR, 2016–2018)

При этом стабильностью признака ($V = 9,4\%$) среди представителей этой группы характеризовался только один сорт – ‘Соломон’. Средняя вариабельность длины кисти ($V = 11,0\text{--}20,0\%$) наблюдалась у сортов ‘Юбилейная Копаня’, ‘Светлолистная’, ‘Кача’, ‘Диамант’, ‘Радужная’, ‘Ело’, ‘Татран Слава’. Значительная изменчивость параметра ($V = 20,1\text{--}32,8\%$) отмечена у сортов ‘Канахама’, ‘Севчанка’, ‘Искушение’, ‘Альмо’, ‘Талисман’, ‘Фортуна’, ‘Андреевская’, ‘Валентина’ и образца 2780-20-33.

Подавляющее большинство изученных сортов (55,8%) имели короткие кисти (3,5–5,0 см). Среди них высокая стабильность признака была присуща лишь отдельным сортам – ‘Селеченская 2’, ‘Партизанка брянская’, ‘Клавдия’ и ‘Mulgi must’. Средняя изменчивость признака наблюдалась у 37% сортов, имеющих короткие кисти, в том числе у таких крупноплодных, как ‘Карги’, ‘Вернисаж’, ‘Няня’, ‘Арапка’, ‘Спас’, ‘Роксолана’, ‘Нара’ (К) и др. Очень короткие кисти (2,9–3,0 см) в годы исследования были у сортов ‘Аts’ и ‘Альта’ (рис. 6).

На рисунке 7 показана длина кисти в среднем по всем изученным сортам в годы исследования. Как следует из рисунка, наиболее короткие кисти сформировались при неблагоприятных погодных условиях в 2017 г.

Число цветков в кисти варьировало от 5 до 10. Наибольшее их число (9–10) имели сорта ‘Перезвон’, ‘Козацкая’ и ‘Фортуна’. Кисти подавляющего числа изученных образцов (63,8%) содержали 7–8 цветков. Сорта ‘Селеченская 2’, ‘Varmas’, ‘Дебрянск’, ‘Радужная’, ‘Литвиновская’, ‘Консул’, ‘Нара’, ‘Роксолана’, ‘Партизанка брянская’, ‘Арапка’, ‘Десертная Огольцовой’ и элитный сеянец 2780-20-33 формировали в среднем по 6 цветков на кисть. Кисти сорта ‘Аts’ содержали 5 цветков на одну кисть.

Стабильные значения показателя отмечены у 23,5% изученных сортов, среди них – ‘Перезвон’, ‘Слеза Иисиды’, ‘Роксолана’, ‘Татран Слава’, ‘Вернисаж’, ‘Соломон’, ‘Десертная Огольцовой’, ‘Партизанка брянская’, ‘Аlbos’, ‘Mulgi must’ и др. Значительное варьирование признака ($V = 21,4\text{--}32,5\%$) наблюдалось у сортов ‘Юбилейная Копаня’,



Рис. 6. Длина кисти сортов ‘Альта’ и ‘Аts’ (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2016–2018 гг.)

Fig. 6. Raceme lengths of cvs. ‘Alta’ and ‘Аts’ (Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR, 2016–2018)



Рис. 7. Длина кисти в среднем по всем изученным сортам в годы исследования (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2016–2018 гг.)

Fig. 7. Average raceme lengths of all studied black currant cultivars in the years of research (Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR, 2016–2018)

Литвиновская', 'Дегтяревская', 'Козацкая', 'Радужная', 'Казкова', 'Севчанка' и 'Голосиевский великан'.

Между длиной кисти и числом цветков в ней существует положительная корреляция ($r = 0,64$). В зависимости от генотипа коэффициент корреляции варьирует от 0,33 ('Талисман') до 0,79 ('Литвиновская').

Количество ягод в кисти является одним из важных компонентов, определяющих продуктивность сорта. Помимо генетической обусловленности, этот признак зависит от степени самоплодности растения, уровня зимостойкости, сложившихся погодных условий в период вегетации – во время цветения растений и формирования плодов, а также от уровня агротехники (Кныазев, Ogoltsova, 2004, Sazonov, 2021).

В нашем исследовании число ягод в кисти варьировало от 4 до 8 штук (см. таблицу). Сорта с большим числом цветков ('Перезвон', 'Козацкая') характеризовались наличием и большего числа ягод на кисть (8). По 6-7 ягод в плодовой кисти содержали 78,4% изученных сортов. Сорта 'Литвиновская', 'Консул', 'Нара' (К), 'Роксолана', 'Яринка', 'Ело', 'Атс' и образец 2780-20-33 формировали в среднем по 5 ягод на кисть. Крупноплодный сорт 'Десертная Огольцовой' в годы исследования характеризовался минимальным проявлением признака – формированием в среднем лишь четырех ягод на одну кисть.

Высокая стабильность показателя ($V = 7,3-9,7\%$) наблюдалась у сортов 'Няня', 'Фортуна', 'Перезвон', 'Альта', 'Канахама' и 'Mulgi must'. У 41,2% изученных образцов величина коэффициента вариации имела средние значения ($V = 11,6-19,2\%$). Значительная изменчивость признака в зависимости от внешних факторов была характерна для сортов 'Юбилейная Копаня', 'Талисман', 'Искушение', 'Казкова', 'Козацкая', 'Консул', 'Золото инков', 'Голосиевский великан'. Величина коэффициента вариации этих сортов находилась в пределах – $V = 20,8-43,2\%$.

Между длиной кисти и числом цветков в ней существует более слабая корреляция ($r = 0,51$ в среднем). Величина коэффициента корреляции (r) в зависимости от сорта может составлять от 0,27 ('Десертная Огольцовой') до 0,72 ('Альта').

Между числом цветков и числом ягод имеется положительная корреляция ($r = 0,68$); у ряда сортов эта взаимозависимость выражается более высокими значениями: $r = 0,84$ ('Арапка', 'Mulgi must'), 0,88 ('Аметист'), 0,92 ('Канахама').

Заключение

В результате проведенного изучения выделены ценные генотипы с лучшими морфометрическими показателями ягод и кистей и сорта, пригодные для возделывания в любительском и промышленном садоводстве на Северо-Западе России.

Наибольшую массу плода в условиях Северо-Западного региона России имеют сорта: 'Юбилейная Копаня' (к-44189), 'Селеченская 2' (к-42637), 'Литвиновская' (к-45542), 'Karri' (к-44172), 'Дегтяревская' (к-45532), 'Няня' (к-45546), 'Талисман' (к-44183) и образец 2780-20-33 (к-49788).

Крупноплодностью и высокой стабильностью признака обладают: 'Юбилейная Копаня' (к-44189), 'Селеченская 2' (к-42637), 'Литвиновская' (к-45542), 'Фортуна' (к-44194), 'Партизанка брянская' (к-45548), 'Софиевская' (к-43131), 'Радужная' (к-45549), 'Karri' (к-44172) и образец 2780-20-33 (к-49788).

По 8 ягод в кисти формируют сорта 'Козацкая' (к-44187) и 'Перезвон' (к-45589).

Лучшими сортами по оптимальному сочетанию изученных признаков и наиболее адаптированными к условиям Северо-Западного региона России являются: 'Андреевская' (к-49787), 'Казкова' (к-44196), 'Козацкая' (к-44187), 'Радужная' (к-45549), 'Севчанка' (45551), 'Селеченская 2' (к-42637), 'Софиевская' (к-43131), 'Партизанка брянская' (к-45548), 'Талисман' (44183), 'Татран Слава' (к-44182), 'Karri' (к-44172), 'Юбилейная Копаня' (к-44189).

Выявлены взаимосвязи между отдельными морфо-структурными компонентами продуктивности: масса ягоды – диаметр ягоды ($r = 0,94$); масса ягоды – число семян ($r = 0,71$); число цветков – число ягод в кисти ($r = 0,68$).

References / Литература

- Bochkarnikova N.M. Black currant in the Far East. (Chernaya smorodina na Dalnem Vostoke). Vladivostok; 1973. [in Russian] (Бочкарникова Н.М. Черная смородина на Дальнем Востоке. Владивосток; 1973).
- Dospikhov V.A. Methodology of field trial (Metodika polevogo opyta). Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Доспихов В.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат; 1985).
- Keep E. Currants and gooseberries. In: *Advances in Fruit Breeding*. Moscow; 1981. p.274-371. [in Russian] (Кип Е. Смородина и крыжовник. В кн.: *Селекция плодовых растений*. Москва; 1981. С.274-371).
- Knyazev C.D., Ogoltsova T.P. Breeding of black currant at the present stage. (Selektsiya chernoy smorodiny na sovremennom etape). Orel: Orel State Agrarian University; 2004. [in Russian] (Князев С.Д., Огольцова Т.П. Селекция черной смородины на современном этапе. Орел: Орловский государственный аграрный университет; 2004).
- Kopan K.N., Kopan V.P. Breeding of black currant for productivity and fruiting precocity (Selektsiya chernoy smorodiny na produktivnost i skoroplodnost). In: *Breeding and variety studies of black currant (Selektsiya i sortoizucheniye chernoy smorodiny)*. Michurinsk; 1988. p.57-63. [in Russian] (Копань К.Н., Копань В.П. Селекция черной смородины на продуктивность и скороплодность. В кн.: *Селекция и сортоизучение черной смородины*. Мичуринск; 1988. С.57-63).
- Kuminov E.P. Inheritance of berry quality in the hybrid progeny of black currant (Nasledovaniye kachestva yagod v gibridnom potomstve chernoy smorodiny). In: *Black currant breeding (Selektsiya chernoy smorodiny)*. Novosibirsk; 1980. p.39-47. [in Russian] (Куминов Е. П. Наследование качества ягод в гибридном потомстве черной смородины. В кн.: *Селекция черной смородины*. Новосибирск; 1980. С.39-47).
- Pavlova N.M. Black currant (Chernaya smorodina). Moscow; Leningrad; 1955. [in Russian] (Павлова Н.М. Черная смородина. Москва; Ленинград; 1955).
- Program and methods for studying varieties of fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Michurinsk: VNIIS; 1973. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск: ВНИИС; 1973).
- Ravkin A.S. Black currant (source material, breeding, varieties) (Chernaya smorodina [iskhodny material, selektsiya, sorta]). Moscow: Moscow State University; 1987. [in Rus-

- sian] (Равкин А.С. Черная смородина (исходный материал, селекция, сорта). Москва: МГУ; 1987).
- Ravkin A.S., Zotova Z.S. Currant (Smorodina). In: *Achievements in the breeding of fruit crops and grapes (Dostizheniya selektzii plodovykh kultur i vinograda)*. Moscow: Kolos; 1983. p.209-237. [in Russian] (Равкин А.С., Зотова З.С. Смородина. В кн.: *Достижения селекции плодовых культур и винограда*. Москва: Колос; 1983. С.209-237).
- Sazonov F. F. Breeding potential of black currant production and its reflection in new cultivars. *Agro XXI*. 2011;(1-3):20-22. [in Russian] (Сазонов Ф.Ф. Селекционный потенциал продуктивности смородины черной и реализация его в новых сортах. *Агро XXI*. 2011;(1-3):20-22).
- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISPK; 1999. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н Седова, Т.П. Огольцовой. ОREL: ВНИИСПК; 1999).
- Sedov E.N. (ed.) Pomology: In 5 volumes. Vol. IV. Currants. Gooseberries (Pomologiya: v 5-tomakh. T. IV. Smorodina. Kryzhovnik). Orel: VNIISPK; 2009. [in Russian] (Помология: В 5-ти томах. Т. IV. Смородина. Крыжовник / под ред. Е.Н. Седова. ОREL: ВНИИСПК; 2009).
- Shavyrkina M.A., Knyazev S.D. Productivity evaluation of promising black currant selections and cultivars of VNIISPK breeding. *Contemporary Horticulture*. 2014;(3):40-45. [in Russian] (Шавыркина М.А., Князев С.Д. Оценка продуктивности перспективных форм и сортов смородины черной селекции ВНИИСПК. *Современное садоводство*. 2014;(3):40-45).
- Shirko T.S., Radyuk A.F., Bachilo A.I., Maksimenko M.G. The quality of berries of the black currant varieties in the collection of the Belorussian Research Institute of Fruit Growing (Kachestvo yagod chernoy smorodiny sortov kolleksii BNIIP). *Plodovodstvo = Fruit Growing*. 1993;8:158-180. [in Russian] (Ширко Т.С., Радюк А.Ф., Бачило А.И., Максименко М.Г. Качество ягод черной смородины сортов коллекции БНИИП. *Плодоводство*. 1993;8:158-180).

Информация об авторе

Ольга Анатольевна Тихонова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42, 44, o.tikhonova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0319-1477>

Information about the author

Olga A. Tikhonova, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, o.tikhonova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0319-1477>

Статья поступила в редакцию 02.03.2022; одобрена после рецензирования 15.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 02.03.2022; approved after reviewing on 15.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022.

Научная статья
УДК: 634.551:631.529:631.526.1/4(470.62)
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-103-112



Интродукция и изучение видового полиморфизма миндаля в генофонде Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР на этапе предварительной селекции

И. С. Чепинога

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, Крымск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Ирина Семеновна Чепинога, kross67@mail.ru

Приведены результаты мобилизации экспедициями ВИР видов и сортов миндаля по югу России, Закавказью, Средней Азии, а также интродукции из НИУ ближнего и дальнего зарубежья. Обсуждены современные тенденции и пути возобновления и увеличения производства отечественного миндального ядра на основе создания сортов, имеющих преимущества по адаптивности, продуктивности, качеству ядра, отличающихся быстрой окупаемостью. Все это возможно достичь, изучая генофонд как сортов, в том числе мировой селекции, так и дикорастущих форм миндаля, которые отличаются огромным полиморфизмом селекционно значимых признаков, приобретенных в процессе формообразования в разных генцентрах происхождения культурных растений.

В результате аналитической селекции выделены комплексные источники устойчивости к абиотическим факторам: 'Виктория' (к-42684), 'Метеор' (к-42683), 'Десертный' (к-43550), Ай-Дере №4 (к-42676), Ай-Дере №5 (к-42677), Колод 6 (к-42709), Подвойный 205 (к-42678), 'Tuono' (к-49598), Ferraduel × Tuono (к-43561). Рекомендованы к использованию в целенаправленных селекционных программах по созданию новых конкурентоспособных сортов миндаля для интенсивного садоводства источники сдержанного типа роста, компактной кроны и ранних сроков созревания: Ferraduel × Tuono, 'Monterey' (к-49538), элита 1-18-2 (к-42679), элита 2-40 (к-42680), сеянец миндаля Калмыкова 1-1 (к-42711); урожайности и качества косточки (ядра) миндаля: Ferraduel × Tuono, 'Monterey', 'Виктория', 'Метеор', 'Миндальный' (к-42682), 'Ferragness' (к-42696), 'Tuono', 'Karmeil' (к-49540), элита 2-40, элита 1-18-2, сеянец миндаля Калмыкова 1-1; повышенного содержания масла в семени (ядре) – элита 13-37 (к-42681); ценного жирнокислотного состава (по содержанию ненасыщенных жирных кислот): сорт 'Виктория', элита 1-18-2, элита 2-40, миндаль бухарский Колод 5 (к-42708).

Ключевые слова: генетическая коллекция, экспедиция, источники ценных признаков, зимостойкость, засухоустойчивость, урожайность, слаброслость, качество ядра (косточки)

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0481-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Чепинога И.С. Интродукция и изучение видового полиморфизма миндаля в генофонде Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР на этапе предварительной селекции. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):103-112. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-103-112

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-103-112

Introduction and studying of the species polymorphism in the almond genetic diversity preserved at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR in the prebreeding stage

Irina S. Chepinoga

*N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, Krymsk, Russia***Corresponding author:** Irina S. Chepinoga, kross67@mail.ru

Modern trends and ways of resuming and increasing the production of domestic almond kernels based on the development of cultivars that have advantages in adaptability, productivity, and kernel quality, and are distinguished for a quick payback are discussed. The results of VIR's expeditions that collected almond species and varieties in Southern Russia, the Transcaucasus, and Central Asia are presented. Almonds introduced from foreign research institutions are also described.

Analytical selection helped to identify complex sources of resistance to abiotic factors: 'Victoria' (k-42684), 'Meteor' (k-42683), 'Dessertny' (k-43550), Ai-Dere No.4 (k-42676), Ai-Dere No.5 (k-42677), Kolod 6 (k-42709), Podvoyny 205 (k-42678), 'Tuono' (k-49598), and Ferraduel × Tuono (k-43561). Promising source material is recommended for targeted development of new competitive almond cultivars for intensive horticulture, including sources of restrained growth type, compact crown, and earliness: Ferraduel × Tuono, 'Monterey' (k-49538), elite 1-18-2 (k-42679), elite 2-40 (k-42680), and Kalmykov's almond seedling 1-1 (k-42711); of productivity and almond kernel quality: Ferraduel × Tuono, 'Monterey', 'Victoria', 'Meteor', 'Mindalny' (k-42682), 'Ferragness' (k-42696), 'Tuono', 'Karmeil' (k-49540), elite 1-18-2, and Kalmykov's almond seedling 1-1; of high oil content in kernels: elite 13-37 (k-42681); and of valuable fatty acid composition (according to the content of unsaturated fatty acids): cv. 'Victoria', elites 1-18-2 and 2-40, and Kolod 5 (k-42708).

Keywords: genetic collection, expedition, sources of valuable traits, winter hardiness, drought tolerance, productivity, restrained growth, kernel quality

Acknowledgements: the research was performed within the framework of the state task according to the theme plan of VIR, Project No. 0481-2022-0004 "Improving the approaches and methods for *ex situ* conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Chepinoga I.S. Introduction and studying of the species polymorphism in the almond genetic diversity preserved at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR in the prebreeding stage. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):103-112. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-103-112

Введение

Миндаль – ценная орехоплодная культура. Миндальное ядро используется фармацевтической и кондитерской промышленностью, а также вследствие своих вкусовых и ценных питательных свойств очень популярно у населения, обеспечивая разнообразие продуктов питания практически весь год. Миндаль относится к подроду *Amygdalus* (L.) Focke рода *Prunus* L. (Prunoideae Focke, Rosaceae Juss.). Плод миндаля – костянка с твердым эндокарпием и сухим несъедобным мезокарпием, в отличие от сочного съедобного околоплодника других видов косточковых. Мировое потребление ядра миндаля – семени, очищенного от эндокарпия («скорлупы», «косточки») – по данным информационного отраслевого портала <http://givemebid.com/mindal-greckie-orexi-fistashki-ssh-obzor-i-perspektivy/> (GiveMeBid..., 2019) – в период с 2007 по 2016 г. выросло с 0,9 до 1,3 млн т. Среднегодовой темп роста потребления миндаля в мире за вышеназванный период составил +3,9%. По прогнозу, совокупный среднегодовой темп роста до 2025 г. сохранится на уровне +2,8%, что позволит нарастить объем рынка до 1,68 млн т.

В России миндальный орех в промышленных масштабах не производится. Но в южном регионе, с целью повышения продовольственной безопасности и импортозамещения, возможно культивирование миндаля в наиболее благоприятных микрозонах Северного Кавказа: в Краснодарском крае – в Анапо-Таманской зоне, в Дагестане, Северной Осетии – Алании, Кабардино-Балкарии, в Ставропольском крае – от Георгиевска до Ессентуков, а также в Крыму (Richter et al., 1972; Richter et al., 1983). Однако в этих регионах погодные условия, особенно зимнего периода, отличаются неустойчивостью, обусловленной как географическим положением, так и, в том числе, «глобальным» изменением климата. Возобновление и расширение производства отечественного миндального ядра вызывает необходимость изменения стратегии и тактики в селекции нового поколения адаптивных и продуктивных сортов с высокой степенью реализации биологического потенциала в экстремальных условиях среды.

Для решения задач, поставленных перед селекционерами, требуется вовлечение в селекционные программы новых доноров и источников. В связи с этим возрастает значимость проведения аналитической (предварительной) селекции. Успешное решение селекционных задач по совершенствованию сортимента неразрывно связано с расширением генетического разнообразия исходного материала и углубленным его изучением. В целях совмещения в генотипе комплекса заданных признаков: высокой устойчивости к абио- и биотическим стрессорам, продуктивности и качества плодов приоритетным направлением является мобилизация генетических ресурсов, отличающихся большим разнообразием хозяйственно полезных признаков. Этой проблеме большое значение придавал Н. И. Вавилов (Vavilov, 1931). К тому же процесс формообразования у всех родов косточковых продолжается и в настоящее время (Egemin, 1985), поэтому остается важным привлечение видовых форм миндаля из их природных популяций. Сотрудниками Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) проведена огромная работа по сбору и изучению генофонда косточковых растений, в том числе и видов подрода *Amygdalus* (Egemin et al., 2007), в связи с использованием их в селекции. Коллекция видообразцов и сортов миндаля в настоящее время представлена более чем

120 генотипами и постоянно пополняется, а наиболее ценные и адаптивные образцы поддерживаются в живом виде в саду хранения (Egemin, 2008).

Материалы и методы

Исследования проводились на Крымской опытно-селекционной станции (КОСС) – филиале ВИР, расположенной в западной подзоне предгорной зоны Краснодарского края.

Объекты исследований – 30 сортов и элит миндаля обыкновенного *P. dulcis* (Mill.) D.A. Webb. (syn. *P. amygdalus* Batsch), 92 видовых образца миндаля бухарского *P. bucharica* (Korsh.) B. Fedtsch. ex Rehder, м. Фенцля *P. fenzliana* (Fritsch) Lipsky, м. низкого (или степного, или карликового, или бобовника) *P. tenella* Batsch и м. Петунникова *P. petunnicovii* (Litv.) Rehder. Сорта и формы, привитые на клоновых подвоях, произрастают в саду хранения на богаре, схема размещения – 4,0 × 1,0 м. Почвы серые лесные.

Генотипы миндаля оценивались по основным признакам адаптивности к абиотическим факторам среды: фенофазам весенне-летнего развития, морозостойкости цветковых почек, жаростойкости и засухоустойчивости в полевых и лабораторных условиях (Nen'ko, 2012). Изучались морфологические, органолептические качества плода миндаля по общепринятым методикам (Sedov, Ogoltsova, 1999). Исследования проводились в течение более 40 лет.

Результаты и обсуждение

В переднеазиатском и среднеазиатском генцентрах сосредоточено видовое разнообразие подрода Миндаль, здесь произрастают дикие виды, которые наиболее зимостойки, засухоустойчивы по сравнению с миндалем обыкновенным. Все экспедиции (рис. 1) проводились с целью привлечения генотипов, наиболее устойчивых к экстремальным условиям произрастания, с выдающимися морфобиологическими качествами (табл. 1). Одна из первых экспедиций для обследования популяций и привлечения адаптивных генотипов дикорастущих видов миндаля была направлена в 1974 г. в ущелья Ай-Дере и Кауры Гюль хребта Копетдаг Туркмено-Хорасанских гор Иранского нагорья, в которой отобрано две формы миндаля обыкновенного.

В этом же году была организована экспедиция на Южное Закавказье, в ущелье Амберд и урочище Кюча-Гюнч (Армения). На высоте около 1500–2000 м н. у. м. на каменистых склонах гор были собраны листья для гербария и косточки 4 форм миндаля Фенцля, из которых получены семена; они впоследствии были размножены вегетативно и закреплены как видообразцы в генофонде станции. На территории Восточно-Европейской равнины в бассейне реки Южный Буг (Украина) были отобраны образцы самого зимостойкого вида – миндаля низкого (рис. 2).

Направленная в лесостепные районы Среднего Поволжья и Волгоградского Заволжья в 1980 г. экспедиция определила обширный ареал миндаля низкого (бобовника) и большую изменчивость его морфотипов. Данный вид миндаля отличается устойчивостью к абиотическим стрессорам вследствие более суровых условий произрастания. При экспедиционных обследованиях берегов р. Волги собраны ценные по адаптивности образцы миндаля у населенных пунктов Камышин, Первомайск, Луганск, Родники, Иловатка, Калач.



- | | | | |
|---|--|---|---------------------|
| △ | - Закарпатье | ▭ | - Западный Копетдаг |
| ▽ | - Южный Урал | ⊞ | - Западный Памир |
| ◇ | - полуостров Крым | ⊙ | - Южное Закавказье |
| ▤ | - Северный Кавказ | ▣ | - Северный Кавказ |
| 🏠 | - Среднее Поволжье, Волгоградское Заволжье | | |

Рис. 1. Экспедиции Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР с целью сбора генофонда миндаля

Fig. 1. Expeditions launched by Krymsk Experiment Breeding Station of VIR to collect almond genetic diversity

Таблица 1. Результаты экспедиционных обследований с целью мобилизации видов миндаля в генофонд Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВИР
Table 1. Results of plant explorations aimed at mobilization of almond species to the genetic diversity preserved at Krymsk Experiment Breeding Station of VIR

Районы экспедиции	Год	Вид	Мобилизовано образцов
Западный Копетдаг	1974	м. обыкновенный	2
Южное Закавказье	1974	м. Фенцля	4
		м. низкий	4
Закарпатье	1973	м. низкий	6
Северный Тянь-Шань	1979	м. низкий	5
		м. Петунникова	4
Среднее Поволжье, Волгоградское Заволжье	1980	м. низкий	49
Южный Урал	1980	м. низкий	7
Северный Кавказ	1980	м. низкий	5
Западный Памир	1982	м. бухарский	8
Западный Копетдаг	1983	м. бухарский	4
Южное Закавказье	1983	м. Фенцля	10
		м. низкий	10
Нижнее Поволжье	2017	м. низкий	7
Полуостров Крым	2018	м. обыкновенный	1
Северный Кавказ	2019	м. Фенцля	5
		м. низкий	5
Итого:		видов – 5	образцов – 136



Рис. 2. Экспедиция сотрудников ВИР в Закарпатье, 1973
 (слева направо: Г. В. Еремин, Е. В. Гарковенко, Е. В. Еремина, В. Г. Еремин, В. Л. Витковский; фото Ю. А. Гнездилова)
Fig. 2. The collecting expedition of VIR’s employees to Transcarpathia, 1973
 (from left to right: G. V. Eremin, E. V. Garkovenko, E. V. Eremina, V. G. Eremin and V. L. Vitkovsky; photo by Yu. A. Gnezdilov)

В 1982 г. в экспедиции по Памиру (Центральный Таджикистан) собраны произрастающие в экстремальных погодных условиях формы миндаля бухарского на плато Шахринав, в окрестностях кишлаков Колод, Кавлуч, Обитера (рис. 3).

Две экспедиции по сбору ценных экологически пластичных видовых форм миндаля были направлены в 1977 и 1987 г. в Закавказье в ущелья Воротан, Амберд, в урочище Кюча Гюнч (Армения) и в окрестности г. Шахбуз (Азербайджан), где были привлечены образцы миндаля низкого и Фенцля (рис. 4).

После длительного перерыва в 2017–2019 гг. проведены экспедиции в Нижнее Поволжье, Закавказье и на полуостров Крым. При обследовании популяций миндалей низкого и Фенцля было вовлечено 18 форм, в том числе крупноплодный дикий сеянец миндаля обыкновенного.

Большую долю в генофонде миндаля Крымской ОСС ВИР составляют интродуцированные из научно-исследовательских учреждений генотипы, ценные как по качеству косточки, так и по адаптивности к биотическим и абиотическим стрессорам (табл. 2). В 1960–1980 гг. –



Рис. 3. Экспедиционное обследование Западного Памира, 1982

(слева направо: 1, 2, 4 – проводники, сотрудники Туркменской опытной станции ВИР, 3 – Г. В. Еремин, 5 – В. Г. Еремин; фото сотрудника Туркменской опытной станции ВИР)

Fig. 3. The collecting expedition to the Western Pamir Mountains, 1982

(from left to right: 1, 2 and 4 – guides from the Turkmen Experiment Station of VIR, 3 – G. V. Eremin, 5 – V. G. Eremin; photo by an employee of the Turkmen Experiment Station of VIR)



Рис. 4. Экспедиционное обследование Южного Закавказья, 1983

(слева направо: 1 – А. А. Довгаль, 2 – А. С. Гасанов, 3 – Г. В. Еремин, 4 – В. Г. Еремин, 5, 6, 9, 10 – сотрудники Армянского НИИ виноградарства, виноделия и плодоводства, 7 – В. М. Гарковенко, 8 – А. В. Исачкин; фото сотрудника Армянского НИИ виноградарства, виноделия и плодоводства)

Fig. 4. The collecting expedition to the Southern Caucasus, 1983

(from left to right: 1 – A. A. Dovgal, 2 – A. S. Gasanov, 3 – G. V. Eremin, 4 – V. G. Eremin, 5, 6, 9 and 10 – employees of the Armenian Research Institute of Viticulture, Winemaking and Fruit Growing, 7 – V. M. Garkovenko, 8 – A. V. Isachkin; photo by an employee of the Armenian Research Institute of Viticulture, Winemaking and Fruit Growing)

Таблица 2. Состав генотипов в коллекции миндаля, интродуцированных из НИИ и других учреждений на Крымскую опытно-селекционную станцию – филиал ВИР**Table 2. The composition of genotypes in the collection of almonds introduced from research and other institutions to Krymsk Experiment Breeding Station of VIR**

Научно-исследовательское учреждение, страна	Годы интродукции	Вид	Количество генотипов
Ботанический сад, г. Ташкент	1968	м. низкий	2
	1969	м. низкий	1
Ботанический сад, г. Фрунзе	1973	м. бухарский	3
Ботанический сад, г. Душанбе	1974	м. Фенция (спонтанный гибрид с м. обыкновенным)	2
		м. бухарский (спонтанный гибрид с м. обыкновенным)	3
		м. низкий	3
Ботанический сад, г. Грозный	1975	м. низкий	5
Туркменская ОС ВИР	1974	м. обыкновенный (спонтанный гибрид м. обыкновенного)	2
Бостандыкское опытное поле	1968	м. обыкновенный (спонтанный гибрид м. обыкновенного)	2
НИИ садоводства, виноградарства и виноделия, Молдова	1968	м. обыкновенный	3
	1974	м. обыкновенный	4
Государственный Никитский ботанический сад, Россия	1991	м. обыкновенный	7
СКЗНИИСВВ, Россия	2000	м. обыкновенный	1
Испания	2000	м. обыкновенный	5
НИИ садоводства, Алтайский край, Россия	2013	м. низкий	2
США	2014	м. обыкновенный	5
		м. низкий	5
Узбекский НИИ садоводства, г. Ташкент	2016	м. обыкновенный	7
Итого:			62

это ботанические сады городов Ташкента, Душанбе, Фрунзе, Тбилиси, Грозного, а также Туркменская опытная станция ВИР, Узбекский НИИ садоводства. Особенно ценны сорта и элиты миндаля, привлеченные из Молдавского НИИ садоводства виноградарства и виноделия и Государственного Никитского ботанического сада (ныне ФГБУН Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН).

Видовые формы миндаля в работах большинства исследователей (Denisov, 1982; Sharifov, 1981) описаны только в естественных местообитаниях. Для выявления изменчивости внутри вида необходимо сравнительное изучение форм в идентичных условиях одного участка. К тому же первый этап в программах по совершенствованию сортимента неразрывно связан с комплексной оценкой генетического потенциала помологических и видовых коллекций по важнейшим селекционно ценным признакам и выделению нового поколения доноров и источников.

Миндаль обыкновенный, сформировавшийся как вид в Среднеазиатском генцентре, отличается невысокой зимостойкостью вследствие короткого периода покоя. Раннее развитие генеративных почек и цветение приводит к повреждению их морозами во второй половине зимы и весенними возвратными заморозками. В результате изучения формового разнообразия генофонда видов миндаля выделены источники позднего цветения, почки и цветы которых реже подвержены повреждению возвратными заморозками – сорта и элиты миндаля обыкновенного: 'Виктория' (к-42684), 'Метеор' (к-42683), 2-40 (к-42680), 'Tuono' (к-49598), Ferraduel × Tuono (к-43561), 'Monterey' (к-42679), 'Karmel' (к-49540), генотипы видов миндаля бухарского и его гибридов с миндалем обыкновенным – Ай-Дере №4 (к-42676), Ай-Дере №5 (к-42677), Кавлуч 2 (к-42699), Колод 6 (к-42709) (табл. 3). Все образцы миндалей низкого и Петунникова в связи с поздними сроками цветения могут стать источниками адаптивности к неблагоприятным весенним условиям – позднелетним.

Таблица 3. Источники хозяйственно ценных признаков миндаля

Table 3. Sources of useful agronomic traits among almonds

Признак	Генотип
Поздние сроки цветения	миндаль обыкновенный: Виктория, 2-40, Метеор, Tuono, Ferraduel × Tuono, Monterey, Karneil; м. бухарский и его гибриды: Ай-Дере №4, Ай-Дере №5, Кавлuch 2, Колод 6; образцы миндалей низкого и Петунникова
Ранние сроки созревания	м. обыкновенный: элиты 1-18-2, 2-40; м. бухарский: Обитера 13 (к-42705), ШН-11 (к-43555); м. Фенцля: № 073145 (к-42716), № 073151 (к-42720); м. низкий: Гори 6 (к-42786), Калач 8 (к-42749), Луганское 4 (к-42755); м. Петунникова: Чемал 1 (к-45342)
Морозостойкость	м. обыкновенный: Подвойный 205, Виктория, Метеор, элита 2-40, Monterey; м. бухарский: Колод 5, Колод 6, Кавлuch 2
Засухоустойчивость	м. обыкновенный: № 62, Виктория, Десертный, Степной (к-42690);
Сдержанный тип роста	м. обыкновенный: Ferraduel × Tuono, Monterey, элита 1-18-2; м. обыкновенный × м. бухарский: сеянец миндаля Калмыкова 1-1
Урожайность	м. обыкновенный: Миндальный, Виктория, Метеор, элиты 2-40, 1-18-2, Ferraduel × Tuono, Monterey, Ferragness
Качество косточки	м. обыкновенный: сорта Monterey, Karneil, Tuono, элита 1-18-2; м. обыкновенный × м. бухарский: сеянец миндаля Калмыкова 1-1
Высокое содержание и качество масла	м. обыкновенный: Миндальный, элиты РИ 13-37, 1-18-2, 2-40; м. обыкновенный × миндаль бухарский: Колод 6, сеянец миндаля Калмыкова 1-1
Высокие вкусовые качества	м. обыкновенный: элита 1-18-2, Ferraduel × Tuono, Karneil

Примечание: в таблице указаны номера каталога образцов, которые не встречаются в тексте статьи

Note: the table shows catalogue numbers of accessions that are not mentioned in the text

сенним заморозкам, но в этом случае для повышения качества продукции могут потребоваться многочисленные насыщающие скрещивания с сортами миндаля обыкновенного с высоким качеством косточки.

В состоянии глубокого покоя цветковые почки всех видов миндаля выдерживают низкие температуры до минус 22–24°C. Повреждения цветковых почек зимними критическими морозами после выхода сортов миндаля из периода покоя часто приносит большой вред урожаю. Многолетние наблюдения за повреждением цветковых почек критическими температурами в зимний период в естественных и контролируемых условиях после выхода из покоя с закалкой и без закалки позволило выделить как источники морозоустойчивости по всем четырем компонентам зимостойкости генотипы: миндаля низкого, а также миндаль бухарский Колод 6 и миндаль гибридный Подвойный 205 (к-42678). Данные генотипы в качестве источников целесообразно включать в селекционные программы на повышение зимостойкости сортов миндаля.

Один из ценных признаков для культуры миндаля – раннее созревание. В летние месяцы для сбора урожая условия наиболее благоприятные. К тому же период уборки за счет «конвейера» сортов со сроками созревания от очень ранних до очень поздних значительно удлиняется. Генотипы миндаля обыкновенного – 1-18-2 (к-

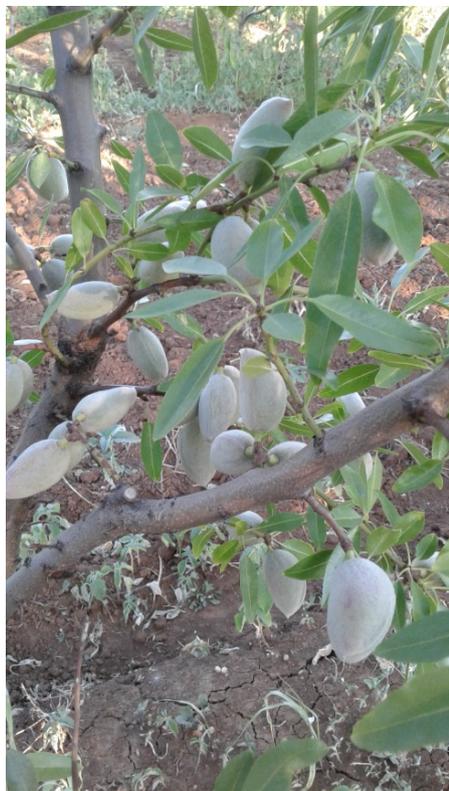
42679), 2-40 и все видовые образцы миндаля (бухарского, Фенцля, низкого, Петунникова) являются источниками этого ценного признака.

Наблюдающиеся в последние годы на юге России в летний период жесточайшие засухи вызывают необходимость подбора адаптированных к дефициту влаги сортов миндаля. В генофонде Крымской ОСС ВИР в результате обследования в полевых условиях и лабораторных опытов выделены источники засухоустойчивости (общая оводненность, низкий водный дефицит, наименьшая потеря воды листьями): миндаль обыкновенный № 62 (к-42674), 'Десертный' (к-43550), 'Степной' (к-42690) (Chepinoga, Gasanova, 2016).

В связи с интенсификацией садоводства к новым сортам предъявляется ряд требований; наибольший интерес представляют сорта со сдержанным ростом и компактной кроной. Наиболее слаборослые генотипы с высотой растений 2,4–2,7 м и компактной кроной выделены как источники среди генотипов миндаля обыкновенного – Ferraduel × Tuono, 'Monterey' (к-49538), элиты: сеянец миндаля Калмыкова 1-1 (к-42711) и 1-18-2.

Урожайность сорта относится к наиболее важным хозяйственно ценным показателям. По сортам в условиях западной подзоны предгорной зоны Краснодарского края урожай с одного дерева варьирует от 5 до 30 кг косточки. Наиболее стабильно высокое плодono-

шение растений миндаля на клоновых подвоях отмечено у генотипов: 'Monterey', Ferraduel × Tuono, 'Ferragness' (к-42696), 'Виктория', 'Метеор', 'Миндальный' (к-42682), элиты 1-18-2, 2-40, что свидетельствует об их хорошей адаптивности к условиям произрастания и перспективности их в качестве источников высокой и стабильной урожайности для селекционных программ (рис. 5).



Миндальный



Monterey

Рис. 5. Плоды миндаля обыкновенного сортов 'Миндальный' и 'Monterey', Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, 2019 (фото И. С. Чепинога)

Fig. 5. Fruits of the common almond cultivars 'Mindalny' and 'Monterey', Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, 2019 (photo by I. S. Chepinoga)

Сочетание лучших хозяйственно ценных признаков косточки и семени миндаля в сорте имеет большое значение для производства товарной продукции. По требованиям, предъявляемым к плодам миндаля, выделяются наиболее ценные источники: по массе семени 0,9 г и более и выходу семян более 40% от массы косточки – 'Monterey', Ferraduel × Tuono, 'Karmeil', элита 1-18-2, сеянец миндаля Калмыкова 1-1; повышенного содержания масла в семени – элита 13-37; ценного жирнокислотного состава (по содержанию ненасыщенных жирных кислот) – сорта 'Виктория', 'Миндальный', элиты 1-18-2, 2-40, межвидовой гибрид миндалей обыкновенного и бухарского Колод 6; высоких вкусовых качеств – элита 1-18-2, 'Ferraduel × Tuono', 'Karmeil'.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что в генофонде Крымской ОСС ВИР сохраняется большое разнообразие ценных для селекционеров сортов и видовых форм миндаля – источников хозяйственно значимых признаков. Возобновление производства

теор' (к-42683), 'Десертный' (к-43550), Ай-Дере №4 (к-42676), Ай-Дере №5 (к-42677), Колод 6 (к-42709), Подвойный 205 (к-42678), 'Tuono' (к-49598), Ferraduel × Tuono (к-43561).

Особенно перспективны в селекции сортов, пригодных для интенсивного садоводства, источники сдержанного типа роста, компактной кроны растений и ранних сроков созревания плодов: Ferraduel × Tuono (к-43561), 'Monterey' (к-49538), элиты 1-18-2 (к-42679), 2-40 (к-42680), сеянец миндаля Калмыкова 1-1 (к-42711). По урожайности и качеству косточки миндаля выделены источники: Ferraduel × Tuono (к-43561), 'Monterey' (к-49538), 'Виктория' (к-42684), 'Метеор' (к-42683), 'Миндальный' (к-42682), 'Ferragness' (к-42696), 'Karmeil' (к-49540), элита 1-18-2 (к-42679); повышенного содержания масла в семени – элита 13-37 (к-42681); ценного жирнокислотного состава (по содержанию ненасыщенных жирных кислот) – 'Миндальный' (к-42682), 'Виктория' (к-42684), элиты 13-37 (к-42681), 1-18-2 (к-42679), 2-40 (к-42680), миндаль гибридный Колод 6 (к-42709); высоких вкусовых качеств: Ferraduel × Tuono (к-43561), 'Karmeil' (к-49540), элита 1-18-2 (к-42679).

References / Литература

- Chepinoga I.S., Gasanova T.A. Almond wild species as source material for selection on adaptive to abiotic stressors. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2016;(60):325-330. [in Russian] (Чепинога И.С., Гасанова Т.А. Дикорастущие виды миндаля как исходный материал для селекции на адаптивность к абиотическим стрессорам. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2016;(60): 325-330).
- Denisov V.P. Distribution and variability of wild almonds of Azerbaijan (Rasprostraneniye i izmenchivost dikorastushchikh mindaley Azerbaydzhana). *Scientific and Technical Bulletin of the N.I. Vavilov All-Union Research Institute of Plant Industry*. 1982;126:39-42. [in Russian] (Денисов В.П. Распространение и изменчивость дикорастущих миндалей Азербайджана. *Научно-технический бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова*. 1982;126:39-42).
- Eremin G.V. Remote hybridization of stone fruit plants (Otdalennaya gibridizatsiya kostochkovykh plodovykh rasteniy). Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Еремин Г.В. Отдаленная гибридизация косточковых плодовых растений. Москва: Агропромиздат; 1985).
- Eremin G.V. Systematization of stone fruit plants (Sistematika kostochkovykh plodovykh rasteniy). In: *Pomology: In 5 volumes. Vol. 3. Stone fruit crops (Pomologiya: v 5-ti tomakh. T. 3. Kostochkovye kultury)*. Orel; 2008. p.15-20. [in Russian] (Еремин Г.В. Систематика косточковых плодовых растений. В кн.: *Помология в 5-ти томах. Т. 3. Косточковые культуры*. Оре́л; 2008. С.15-20).
- GiveMeBid. Almond, walnut, pistachio (USA): review and prospects (Mindal, gretskie orekhi, fistashki (SShA): obzor i prespektivy). 2019. [in Russian] (GiveMeBid. Миндаль, грецкие орехи, фисташки (США): обзор и перспективы. 2019). URL: <http://givemebid.com/mindal-greckie-orexi-fistashki-ssha-obzor-i-perspektivy/> [дата обращения: 15.01.2020].
- Nen'ko N.I., Doroshenko T.N., Gasanova T.A. Physiological methods in adaptive breeding of fruit crops (Fiziologicheskiye metody v adaptivnoy seleksii plodovykh kultur). In: *Modern methodological aspects of the organization of the breeding process in horticulture and viticulture (Sovremennye metodologicheskiye aspekty organizatsii selektsionnogo protsessa v sadovodstve i vinogradarstve)*. Krasnodar: SKZNIISiV; 2012. p.189-198. [in Russian] (Ненько Н.И., Дорошенко Т.Н., Гасанова Т.А. Физиологические методы в адаптивной селекции плодовых культур. В кн.: *Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве*. Краснодар: СКЗНИИСИВ; 2012. С.189-198).
- Richter A.A. Almond (Mindal). In: *Achievements of fruit crop and grapevine breeding (Dostizheniya seleksii plodovykh kultur i vinograda)*. Moscow; 1983. p.169-177. [in Russian] (Рихтер А.А. Миндаль. В кн.: *Достижения селекции плодовых культур и винограда*. Москва; 1983. С.169-177).
- Richter A.A. Almond (Mindal). *Works of the State Nikita Botanical Gardens*. 1972;57:111. [in Russian] Рихтер А.А. Миндаль. *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. 1972;57:111).
- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISPK; 1999. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н Седова, Т.П. Огольцовой. Оре́л: ВНИИСПК; 1999).
- Sharifov Yu.S. Bukhara almond in the Western Pamir (Mindal bukharskiy na Zapadnom Pamire). *Sadovodstvo = Horticulture*. 1981;11:27. [in Russian] (Шарифов Ю.Ш. Миндаль бухарский на Западном Памире. *Садоводство*. 1981;11:27).
- Vavilov N.I. Wild relatives of fruit trees in the Asian part of the USSR and the Caucasus and the problem of the origin of fruit trees (Dikiye rodichi plodovykh derevyev aziatskoy chasti SSSR i Kavkaza i problema proiskhozhdeniya plodovykh derevyev). *Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant Breeding*. 1931;26:85-107. [in Russian] (Вавилов Н.И. Дикие родичи плодовых деревьев азиатской части СССР и Кавказа и проблема происхождения плодовых деревьев. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1931;26:85-107).
- Yeremin G.V., Kovaleva V.V., Chepinoga I.S., Yeremin V.G., Sedin A.A. Experience of setting up an orchard to maintain fruit plant diversity by using border planting technique. *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 2007;161:3-6. [in Russian] (Еремин Г.В., Ковалева В.В., Чепинога И.С., Еремин В.Г., Седин А.А. Создание сада хранения генофонда плодовых растений по технологии «БОРДЮР». *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2007;161:3-6).

Информация об авторе

Ирина Семеновна Чепинога, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Крымская опытно-селекционная станция – филиал ВИР, 353384 Россия, Краснодарский край, Крымск, ул. Вавилова, 12, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7215-9908>

Information about the author

Irina S. Chepinoga, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Krymsk Experiment Breeding Station of VIR, 12 Vavilova St., Krymsk, Krasnodar Territory 353384, Russia, kross67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7215-9908>

Статья поступила в редакцию 09.07.2020; одобрена после рецензирования 20.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 09.07.2020; approved after reviewing on 20.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022.



Анализ данных сортоизучения сливы домашней (*Prunus domestica* L.) селекции Майкопской опытной станции – филиала ВИР

В. В. Шерстобитов¹, И. А. Бандурко², П. В. Озерский³

¹ Федеральний исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Майкопская опытная станция – филиал ВИР, Майкопский район, Россия

² Майкопский государственный технологический университет, Майкоп, Россия

³ Федеральний исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Василий Васильевич Шерстобитов, scherstobitow@mail.ru

Актуальность. Слива домашняя (*Prunus domestica* L.) – одна из ведущих косточковых культур Краснодарского края и Адыгеи. Поэтому важно всестороннее изучение ее сортов.

Материалы и методы. В полевом генбанке Майкопской опытной станции – филиала ВИР в 2008–2021 гг. изучали сорта разных сроков созревания селекции МОС ВИР. Исследовали сроки прохождения важных фенофаз, продуктивность, товарные и потребительские качества и массу плодов по общепринятым методикам.

Результаты. Начало вегетации: 15 марта ('Венгерка Майкопская', к-15081) – 16 апреля ('Спурочка', к-43477). Начало цветения: 9 ('Венгерка Майкопская') – 22 апреля ('Венгерка Цитвенбюль', к-43331). Продолжительность цветения: 7–10 дней. Более позднее начало цветения – 'Венгерка Майкопчанка' (к-43326), 'Венгерка Сладкая' (к-43329), 'Венгерка Цитвенбюль', 'Венгерка Шунтучка' (к-43334), 'Лакомка' (к-43471). Массовое созревание плодов – с 5 августа по 9 сентября. С плодами отличного вкуса: 'Арвита 44-4-10' (к-28409), 'Венгерка Вкусная' (к-43323), 'Венгерка Сладкая', 'Венгерка МОС ВИР' (к-15080), 'Венгерка Шунтукская' (к-15079), 'Измамот' (к-48408), 'Чернослив Адыгейский' (к-23743). Крупноплодные: 'Чернослив Адыгейский', 'Чернослив Предгорный' (к-43488), 'Арвита 44-4-10', 'Венгерка Вкусная', 'Венгерка МОС ВИР', 'Венгерка Майкопская'. С повышенной продуктивностью: 'Венгерка Сладкая', 'Чернослив Адыгейский', 'Чернослив Шунтукский' (к-23707). Наиболее стабильная продуктивность у сортов 'Арвита 44-4-10', 'Венгерка Сладкая', 'Чернослив Адыгейский'.

Заключение. Анализ многолетних данных выявил сорта со стабильной ежегодной продуктивностью ('Арвита 44-4-10', 'Венгерка Сладкая', 'Чернослив Адыгейский'), высокой дегустационной оценкой плодов ('Арвита 44-4-10', 'Венгерка Вкусная', 'Венгерка Сладкая', 'Венгерка МОС ВИР', 'Венгерка Шунтукская', 'Измамот', 'Чернослив Адыгейский'), крупноплодностью ('Чернослив Адыгейский', 'Чернослив Предгорный', 'Арвита 44-4-10', 'Венгерка Вкусная', 'Венгерка МОС ВИР', 'Венгерка Майкопская').

Ключевые слова: сорт, фенологические фазы, продуктивность, качество плодов

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0481-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Шерстобитов В.В., Бандурко И.А., Озерский П.В. Анализ данных сортоизучения сливы домашней (*Prunus domestica* L.) селекции Майкопской опытной станции – филиала ВИР. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022;183(2):113-121. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-113-121

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-113-121

Analysis of the data obtained while studying European plum (*Prunus domestica* L.) cultivars developed at Maikop Experiment Station of VIR

Vasily V. Sherstobitov¹, Irina A. Bandurko², Pavel V. Ozerski³¹ N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Maikop Experiment Station of VIR, Maikop, Russia² Maikop State Technological University, Maikop, Russia³ N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia**Corresponding author:** Vasily V. Sherstobitov, scherstobitow@mail.ru

Background. European plum (*Prunus domestica* L.) is one of the leading stone fruit crops cultivated in Southern Russia. Therefore, it is very important to study the adaptability of its cultivars comprehensively.

Materials and methods. European plum cultivars with different maturation periods developed at Maikop Experiment Station of VIR were studied in 2008–2021 under the conditions of the field gene bank of Maikop Experiment Station. The calendar dates were recorded for the passage of the important phenological phases. Productivity, commercial and consumer fruit qualities, and fruit weight were assessed using conventional techniques.

Results. The growing season of the studied plum cultivars started from March 15 ('Vengerka Maikopskaya', k-15081) to April 16 ('Spurochka', k-43477). The beginning of flowering was recorded from April 9 ('Vengerka Maikopskaya') to April 22 ('Vengerka Tsitvenbyul', k-43331). The flowering phase duration was 7 to 10 days. The flowering phase started later for cvs. 'Vengerka Maikopchanka' (k-43326), 'Vengerka Sladkaya' (k-43329), 'Vengerka Tsitvenbyul', 'Vengerka Shuntuchka' (k-43334) and 'Lakomka' (k-43471). Mass fruit ripening was observed from August 5 to September 9. The highest fruit flavor score was recorded for cvs. 'Arvita 44-4-10' (k-28409), 'Vengerka Vkusnaya' (k-43323), 'Vengerka Sladkaya', 'Vengerka MOS VIR' (k-15080), 'Vengerka Shuntukskaya' (k-15079), 'Izmamot' (k-48408) and 'Chernosliv Adygeiskiy' (k-23743). Large-fruited cultivars were: 'Chernosliv Adygeiskiy', 'Chernosliv Predgorny' (k-43488), 'Arvita 44-4-10', 'Vengerka Vkusnaya', 'Vengerka MOS VIR' and 'Vengerka Maikopskaya'. Higher productivity was observed in cvs. 'Vengerka Sladkaya', 'Chernosliv Adygeiskiy' and 'Chernosliv Shuntukskiy' (k-23707). Cultivars with the most stable productivity were 'Arvita 44-4-10', 'Vengerka Sladkaya' and 'Chernosliv Adygeiskiy'.

Conclusions. Analyzing the results of a long-term study of plum accessions helped to identify cultivars with the most valuable traits.

Keywords: cultivar, phenological phases, productivity, fruit quality

Acknowledgements: the research was performed within the framework of the State Task according to the theme plan of VIR, Project No. 0481-2022-0004 "Improving the approaches and methods for *ex situ* conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Sherstobitov V.V., Bandurko I.A., Ozerski P.V. Analysis of the data obtained while studying European plum (*Prunus domestica* L.) cultivars developed at Maikop Experiment Station of VIR. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):113-121. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-113-121

Введение

Слива домашняя (*Prunus domestica* L.) – одна из ведущих косточковых культур, возделываемых в Краснодарском крае и Адыгее. Она адаптивна к засухе и низким температурам региона, стабильна в плодоношении, имеет высокое качество плодов и продуктов переработки. В промышленных садах следует иметь сорта разных сроков созревания, от ранних до очень поздних, чтобы обеспечить равномерное поступление сырья для переработки и удлинить сезон потребления плодов в свежем виде (Egemin, 2009).

В мире существует свыше 2000 сортов сливы, в промышленных насаждениях используется не более 50. Основными требованиями к промышленным сортам являются урожайность, адаптивность и качество плодов (Zaremuk, 2006).

Слива является одной из наиболее продуктивных культур. Так, на 5–6-й год после посадки урожайность сада составляет 4–6 т/га, а на 10–12-й год – 15–20 т/га (Zhuravel et al., 2007).

Цветение у сливы домашней проходит в основном до распускания или одновременно с распусканием листьев. Сумма температур, необходимых для цветения в южной зоне плодородия, составляет 316°C. Сумма эффективных температур до цветения находится в пределах 96–178°C (Shurakov, 1959; Semenchenko, 1974).

По данным, опубликованным в 70-е годы XX века, в Адыгее начало цветения ранозцветающих сортов наступает при сумме эффективных температур 141,6–159,2°C в I декаде апреля; позднецветущих сортов – во II–III декаде апреля при сумме эффективных температур 190,6–207,6°C (Melnikova, 1973).

В производственных посадках более ценными являются позднецветущие сорта, так как они меньше повреждаются весенними заморозками (Anzin et al., 1956; Gorina, Lukicheva, 2016).

Наибольшую ценность плодов сливы представляют сорта с крупными плодами, хорошего вкуса и свободно отделяющейся от мякоти косточкой. Важным показателем урожайности сорта является средняя масса плода. Размер плодов одного сорта может сильно отличаться в зависимости от места и условий произрастания культуры. В Сочинском районе плоды бывают более крупными, чем в степных районах Краснодарского края и Адыгее (Prichko, 2016; Zaremuk, 2018).

В коллекции сливы домашней Майкопской опытной станции (МОС) – филиала Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) находятся 20 сортов селекции МОС ВИР. Среди них есть образцы с отличным вкусом плодов и высокой продуктивностью. Цель работы – определение основных фенологических фаз сезонного развития этих сортов, оценка продуктивности и качества плодов в агроклиматических условиях Адыгее.

Материалы и методы

Объект исследования – 20 сортов сливы домашней средних и поздних сроков созревания селекции МОС ВИР, созданные в 30-х – 60-х годах XX века сотрудниками станции Ф. А. Крюковым, М. И. Рожковым, Е. И. Требушенко, Ф. К. Тетеревым и К. Д. Мельниковой и сохраняемые на Майкопской опытной станции. В качестве стандартов для сравнения использовали районированные в данной зоне плодородия среднеспелый сорт французской се-

лекции 'Монфор' (к-3765) и позднеспелый сорт 'Анна Шпет' (к-3325), выведенный в Германии. Исследования проводили в течение 2008–2021 гг. Коллекционный сад сливы расположен в долине реки Белая на высоте 310 м н. у. м. Год посадки – 2002. Схема посадки – 5 м × 3 м, повторность трехкратная. Подвоем были сеянцы алычи. Почва находится под задернением.

Климатические параметры имели определенные различия по годам. По данным метеорологического поста МОС ВИР, в 2008–2021 гг. значительных отклонений от многолетних данных не отмечено. Наблюдались зимние понижения температуры до –24,3°C и –24,8°C в 2015 и 2017 г. Аномальная жара до +37,8°C и засуха были отмечены в летние периоды 2014, 2017, 2019 и 2020 г. Количество осадков выше нормы выпадало в 2014 и 2016 г. (918,5 мм и 1052 мм соответственно).

В 2009 г. урожай плодов отсутствовал на всех изучаемых сортах. Некоторые деревья были с единичными плодами. Теплый февраль активизировал набухание почек. Похолодание в марте до –10,1°C и 13 дней с морозом привели к задержке дифференциации цветковых почек. Двенадцатого апреля была температура –3,8°C, с морозом отмечено 10 дней. В это время происходило обособление бутонов у большинства изучаемых сортов сливы. Подмерзание спровоцировало стерилизацию до 100% завязи сливы.

В 2014 г. март наблюдался теплее нормы на 2,6°C с выпадением осадков около 2,5 месячных норм. Абсолютный максимум (+25,5°C) отмечен 25 марта. Абсолютный минимум (–9,2°C) наблюдался 30 марта. С морозом отмечено 9 дней. Осадков выпало 122,6 мм при норме 51 мм. Двадцать седьмого февраля произошел переход температуры через 5°C, а в последние дни марта произошло резкое похолодание со среднедневной температурой до –3,6°C, что привело к вымерзанию соцветий косточковых культур. Апрель наблюдался на 0,4°C ниже нормы с выпадением осадков на треть выше нормы. Абсолютный минимум (–4,0°C) наблюдался 4 апреля. С морозом отмечено 6 дней. Восьмого апреля начался безморозный период.

В 2017 г. март был умеренно теплым с выпадением осадков в пределах нормы. Среднемесячная температура воздуха составила +7,3°C при норме +4,2°C. Абсолютный максимум +21,8°C отмечен 10 марта. Абсолютный минимум (–1,8°C) наблюдался 22 марта. Апрель был холодным и дождливым. Абсолютный максимум (+26,6°C) отмечен 29 апреля. Абсолютный минимум (–2,6°C) наблюдался 1 апреля. Это привело к гибели цветков и отсутствию плодов у большинства исследуемых сортов.

В 2020 г. апрель был умеренно теплым и сухим. Среднемесячная температура воздуха составила +9,1°C при норме +11,2°C. Абсолютный минимум (–3,3°C) наблюдался 13 апреля, он спровоцировал гибель плодовых почек сливы.

Изучение сортов проводили в соответствии с методическими указаниями, разработанными в ВИР (Vitkovsky, Pavlova, 1970; Yushev et al., 2016) и во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур (ВНИИСПК) (Sedov, Ogoltsova, 1999).

Фиксировали календарные сроки прохождения наиболее важных фенологических фаз в их годичном цикле: «распускание почек» («начало вегетации»), «начало и конец цветения», «созревание плодов».

Проводился весовой учет урожая с дерева.

Дегустационные качества плодов оценивали по пятибалльной шкале, где 1 балл – вкус плодов низкого качества, 5 баллов – отличный вкус. Среднюю массу плода опре-

деляли путем взвешивания пробы (100 плодов) и делением полученной массы на их количество.

Статистическую обработку данных осуществляли в компьютерной программе PAST 4.09 (Hammer et al., 2001). Для проверки нормальности распределения использовали критерий Шапиро–Уилка. Поскольку в отношении всех изучаемых признаков у части образцов было выявлено значимое ($p < 0,05$) отличие выборочных распределений от нормального, использовались непараметрические методы (Zaitsev, 1973; Hammer et al., 2001). Для сравнения с сортами-стандартами использовали парный критерий Вилкоксона. Для оценки статистических связей использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена. В качестве меры вариабельности урожайности по годам использован коэффициент квартильной вариации sqv (Beigy, 2019):

$$sqv = (q_3 - q_1) / (q_3 + q_1) \times 100\%,$$

где q_3 и q_1 – соответственно 3-й и 1-й выборочные квартили. Наименьшие значения этого показателя соответствуют наибольшей стабильности соответствующей величины и наоборот.

Результаты

Анализ данных многолетних фенологических наблюдений (табл. 1) показал, что вегетация у изучаемых сортов сливы домашней начиналась с 15 марта ('Венгерка Майкопская') по 16 апреля ('Спурочка').

Начало цветения у сортов сливы домашней отмечено с 9 апреля ('Венгерка Майкопская') по 22 апреля ('Венгерка Цитвенбюль').

Таблица 1. Средние многолетние даты наступления фенологических фаз у сортов сливы домашней
(Майкопская опытная станция – филиал ВИР, 2008–2021 гг.)

Table 1. Dates of the beginning of phenophases for European plum (*Prunus domestica* L.) cultivars averaged for many years (Maikop Experiment Station of VIR, 2008–2021)

Сорт	№ каталога ВИР	Начало вегетации, дата	Начало цветения, дата	Длительность цветения, дни	Массовое созревание, дата
Арвита 44-4-10	28409	27/03	13/04	8	28/08
Венгерка Вкусная	43323	04/04	11/04	7	20/08
Венгерка Майкопская	15081	15/03	09/04	7	28/08
Венгерка Майкопчанка	43326	29/03	20/04	10	22/08
Венгерка МОС ВИР	15080	25/03	15/04	8	24/08
Венгерка Предгорная	43327	29/03	18/04	9	20/08
Венгерка Сизая	43328	23/03	14/04	7	20/08
Венгерка Сладкая	43329	28/03	20/04	9	23/08
Венгерка Цитвенбюль	43331	28/03	22/04	8	20/08
Венгерка Цитвенванг	43332	29/03	18/04	8	01/09
Венгерка Цитвендом	43333	28/03	18/04	9	01/09
Венгерка Шунтукская	15079	03/04	15/04	8	22/08
Венгерка Шунтучка	43334	05/04	20/04	7	22/08
Измамот	48408	15/04	19/04	10	21/08
Лакомка	43471	08/04	20/04	10	08/08
Спурочка	43477	16/04	18/04	10	09/09
Чернослив Адыгейский	23743	28/03	12/04	8	14/08
Чернослив Предгорный	43488	29/03	18/04	9	18/08
Чернослив Шунтукский	23707	5/04	14/04	8	7/08
Южанка 20-16	15078	28/03	15/04	10	5/08
Монфор (st.)	3765	03/04	19/04	7	14/8
Анна Шпет (st.)	3325	31/03	19/04	8	15/9

Примечание: st. – сорт-стандарт

Note: st. – standard reference cultivar

Продолжительность цветения у сортов сливы домашней составляет 7–10 дней.

Массовое созревание плодов наблюдается в широком диапазоне дат – с 8 августа ('Лакомка') по 9 сентября ('Спурочка').

За годы исследований дана оценка каждого сорта по продуктивности (табл. 2). Установлено, что в 2009, 2014, 2020 г. полностью отсутствовал урожай на всех изучаемых сортах.

В 2017 г. лишь у некоторых сортов был низкий урожай и полностью отсутствовал на остальных.

Сводные результаты многолетних наблюдений за продуктивностью изучаемых сортов представлены на рисунке 1.

Сводные результаты многолетней оценки продуктивности, а также оценка средней массы плодов и их дегаустационная оценка приведены в таблице 3.

Таблица 2. Показатели продуктивности сортов сливы домашней по годам, кг/дереву
(Майкопская опытная станция – филиал ВИР)

Table 2. Productivity indicators of European plum cultivars by years, kg/tree (Maikop Experiment Station of VIR)

Сорт/год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Арвита 44-4-10	15,2	0	10,0	20,0	15,1	17,5	0	18,2	20,0	2,5	18,7	30,0	0	25,0
Венгерка Вкусная	20,1	0	20,0	15,0	18,4	20,0	0	20,0	12,3	0	25,2	27,3	0	30,0
Венгерка Майкопская	0	0	0	0	5,0	10,0	0	15,0	20,0	0	40,0	45,0	0	30,0
Венгерка Майкопчанка	0	0	0	0	5,0	7,0	0	10,5	12,0	2,0	25,0	20,2	0	20,0
Венгерка МОС ВИР	20,2	0	25,0	17,1	20,0	15,1	0	10,0	20,0	0	25,0	27,0	0	30,0
Венгерка Предгорная	0	0	0	0	5,7	10,3	0	15,0	15,0	3,2	20,0	17,0	0	20,0
Венгерка Сизая	15,0	0	1,2	30,1	15,4	25,0	0	17,0	30,0	0	20,3	25,0	0	20,3
Венгерка Сладкая	45,0	0	20,2	12,4	25,8	22,2	0	35,0	22,4	2,0	18,2	25,0	0	30,3
Венгерка Цитвенбюль	25,0	0	20,0	15,0	22,0	15,0	0	7,0	10,0	0	12,0	20,0	0	25,0
Венгерка Цитвендом	20,0	0	15,0	20,0	10,0	15,0	0	20,0	10,2	0	15,3	10,0	0	20,0
Венгерка Цитвенванг	0	0	0	2,0	5,0	5,0	0	7,0	5,0	0	10,0	15,0	0	20,0
Венгерка Шунтукская	0	0	0	0	0	2,0	0	15,	12,0	0	25,0	30,0	0	25,0
Венгерка Шунтучка	0	0	0	0	2,0	7,0	0	5,0	15,0	0	20,0	15,0	0	25,0
Измамот	0	0	5,0	7,0	15,0	10,0	0	5,0	10,0	0	20,0	25,0	0	35,0
Лакомка	2,2	0	2,0	14,7	6,3	22,2	0	12,2	14,7	0	15,3	20,0	0	30,0
Спурочка	0	0	0	0	0	5,0	0	15,0	12,0	0	15,0	18,0	0	20,0
Чернослив Адыгейский	20,2	0	10,0	20,3	16,8	28,5	0	28,5	20,5	2,5	25,3	27,0	0	28,0
Чернослив Предгорный	0	0	0	4,0	10,0	17,0	0	12,0	15,0	0	30,5	35,0	0	30,0
Чернослив Шунтукский	25,3	0	3,4	16,2	15,0	25,0	0	25,0	19,2	3,1	23,7	20,0	0	25,0
Южанка 20-16	20,0	0	22,0	20,0	15,0	25,0	0	12,0	17,0	0	20,0	15,0	0	20,0
Монфор (st.)	3,8	0	3,2	17,3	12,3	25,2	0	18,8	15,3	5,2	20,2	17,0	0	20,0
Анна Шпет (st.)	20,5	0	17,5	5,7	15,2	25,5	0	20,0	15,7	7,4	15,5	20,0	0	23,0

Примечание: st. – сорт-стандарт

Note: st. – standard reference cultivar

Исследованные сорта визуально различаются по стабильности урожая. Коэффициенты квартильной вариации для разных сортов лежат в пределах от 64 (с учетом стандартов – от 53) до 100% (рис. 2).

Дегустационная оценка плодов – от 4,0 баллов ('Венгерка Цитвенванг') до 4,9 баллов ('Чернослив Адыгейский').

Средняя масса плода у сортов сливы домашней изменяется от 20,7 г ('Венгерка Цитвенбюль') до 49,0 г ('Чернослив Адыгейский').

Обсуждение

Фенофаза «начало цветения» позже, чем у стандартов, отмечена у сортов сливы домашней 'Венгерка Майкопчанка', 'Венгерка Сладкая', 'Венгерка Цитвенбюль', 'Венгерка Шунтучка', 'Лакомка'.

По результатам сравнения дат созревания изучаемых сортов со среднеспелым ('Монфор') и позднеспелым ('Анна Шпег') стандартами установлены две группы сортов по срокам созревания плодов: среднеспелые и позд-

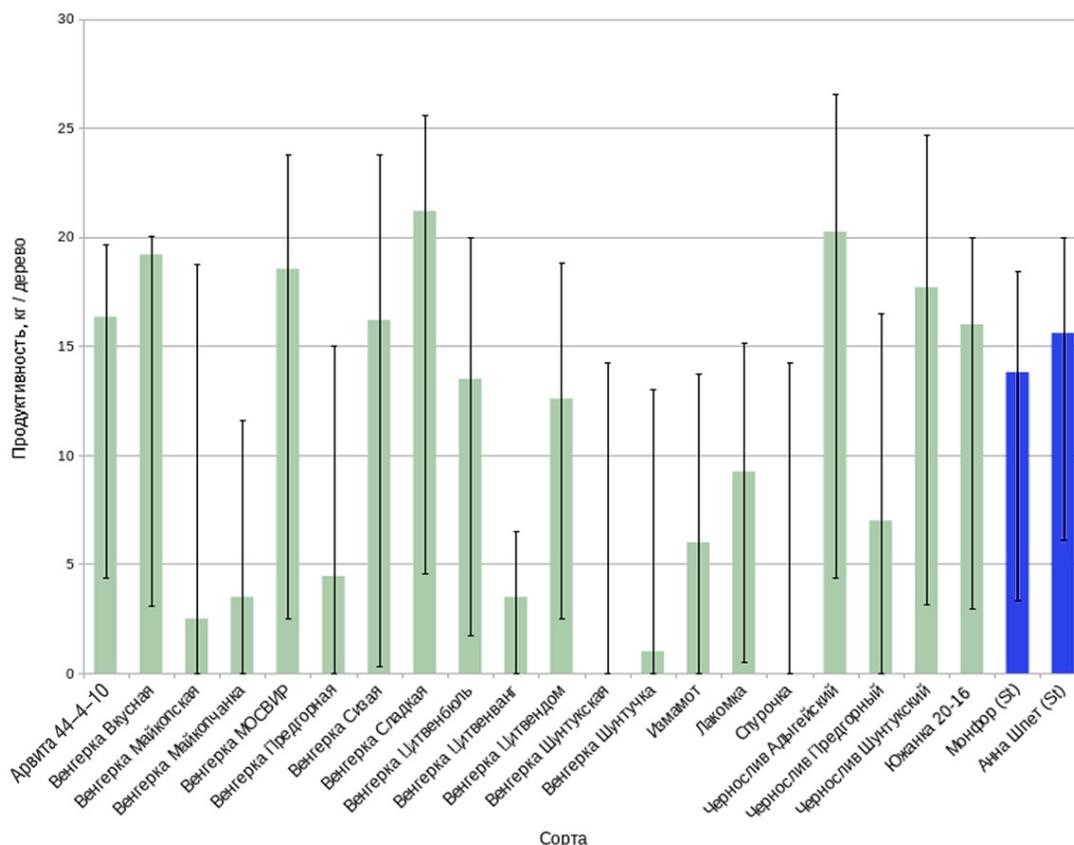


Рис. 1. Медианные значения продуктивности сливы домашней (Майкопская опытная станция – филиал ВИР, 2008–2021 гг.)

Fig. 1. Median values of European plum (*Prunus domestica* L.) productivity (Maikop Experiment Station of VIR, 2008–2021)

Таблица 3. Продуктивность и качество плодов сортов сливы домашней (по данным многолетних наблюдений МОС ВИР) (Майкопская опытная станция – филиал ВИР)

Table 3. Productivity and fruit quality of European plum cultivars (results of long-term observations) (Maikop Experiment Station of VIR)

Сорт	Продуктивность, кг/дер. (медиана, в скобках – 1-й и 3-й квартили)	Средняя масса плода, г	Дегустационная оценка, балл
Арвита 44-4-10	16,4 (4,4–19,7)	37,0	4,8
Венгерка Вкусная	19,2 (3,1–20,1)	43,0	4,7
Венгерка Майкопская	2,5 (0,0–18,8)	37,0	4,5
Венгерка Майкопчанка	3,5 (0,0–11,6)	28,0	4,5
Венгерка МОС ВИР	18,6 (2,5–23,8)	32,1	5,0
Венгерка Предгорная	4,5 (0,0–15,0)	29,5	4,5

Таблица 3. Окончание

Table 3. The end

Сорт	Продуктивность, кг/дер. (медиана, в скобках – 1-й и 3-й квартили)	Средняя масса плода, г	Дегустационная оценка, балл
Венгерка Сизая	16,2 (0,3–23,8)	31,0	4,3
Венгерка Сладкая	21,2 (4,6–25,6)	27,3	4,8
Венгерка Цитвенбюль	13,5 (1,8–20,0)	20,7	4,4
Венгерка Цитвенванг	3,5 (0,0–6,5)	22,0	4,0
Венгерка Цитвендом	12,6 (2,5–18,8)	30,0	4,3
Венгерка Шунтукская	0,0 (0,0–14,3)	25,2	4,7
Венгерка Шунтучка	1,0 (0,0–13,0)	26,0	4,5
Измамот	6,0 (0,0–13,8)	23,0	4,9
Лакомка	9,3 (0,5–15,2)	28,5	4,5
Спурочка	20,3 (4,4–26,6)	27,2	4,4
Чернослив Адыгейский	7,0 (0,0–16,5)	49,0	4,9
Чернослив Предгорный	17,7 (3,2–24,7)	37,2	4,4
Чернослив Шунтукский	24,3 (22,6–25,0)	22,3	4,7
Южанка 20-16	17,2 (4,5–20,3)	25,7	4,3
Монфор (st.)	16,0 (3,0–20,0)	25,2	4,5
Анна Шпет (st.)	13,8 (3,4–18,4)	37,0	4,7

Примечание: st. – сорт-стандарт

Note: st. – standard reference cultivar

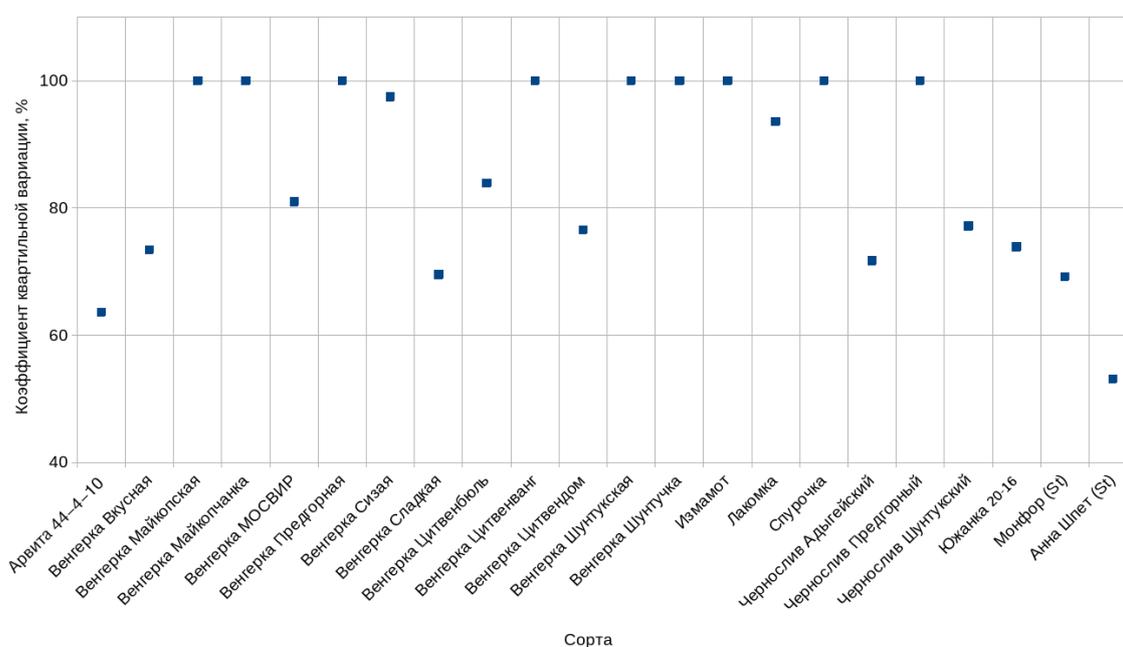


Рис. 2. Коэффициент квартильной вариации продуктивности сливы домашней (Майкопская опытная станция – филиал ВИР, 2008–2021 гг.)

Fig. 2. Quartile variation coefficient for the yield of European plum (*Prunus domestica* L.) (Maikop Experiment Station of VIR, 2008–2021)

неспелые. Среднеспелые сорта (созревание в I-II декадах августа): 'Чернослив Адыгейский', 'Венгерка Сизая', 'Лакомка', 'Чернослив Шунтукский', 'Венгерка Вкусная', 'Венгерка Предгорная', 'Венгерка Цитвенбюль', 'Южанка 20-16'. Позднеспелые сорта (созревание с III декады августа): 'Венгерка Сладкая', 'Арвита 44-4-10', 'Венгерка Майкопская', 'Венгерка Майкопчанка', 'Венгерка МОС ВИР', 'Венгерка Цитвендом', 'Венгерка Шунтукская', 'Венгерка Цитвенванг', 'Венгерка Шунтучка', 'Измамот', 'Спурочка', 'Чернослив Предгорный'.

Согласно критерию Вилкоксона, продуктивность значимо выше по сравнению с обоими стандартами у сорта 'Венгерка Сладкая' ($p < 0,05$). По сравнению с 'Монфором' (st.) значимо более высокая продуктивность выявлена у сортов 'Чернослив Адыгейский' ($p < 0,01$) и 'Чернослив Шунтукский' ($p < 0,05$). Не выявлено статистически значимых отличий от стандартов у сортов 'Арвита 44-4-10', 'Венгерка Вкусная', 'Венгерка Майкопская', 'Венгерка МОС ВИР', 'Венгерка Сизая', 'Венгерка Цитвенбюль', 'Венгерка Цитвендом', 'Венгерка Шунтукская', 'Измамот', 'Лакомка', 'Южанка 20-16'. Не выявлено статистически значимых отличий от стандарта 'Анна Шпет' у сортов 'Чернослив Адыгейский' и 'Чернослив Шунтукский', однако оба эти сорта показали более высокую продуктивность по сравнению со стандартом 'Монфор' (соответственно $p < 0,01$ и $p < 0,05$). Продуктивность, статистически значимо меньше, чем у обоих стандартов ('Монфор' и 'Анна Шпет'), выявлена у сортов 'Венгерка Майкопчанка' (соответственно $p < 0,05$ и $p < 0,05$), 'Венгерка Предгорная' ($p < 0,01$ и $p < 0,05$), 'Венгерка Цитвенванг' ($p < 0,01$ и $p < 0,01$), 'Венгерка Шунтучка' ($p < 0,05$ и $p < 0,05$), 'Спурочка' ($p < 0,01$ и $p < 0,01$).

Из рисунка 2 видно, что наиболее стабильной продуктивностью отличаются сорта 'Арвита 44-4-10', 'Венгерка Сладкая', 'Чернослив Адыгейский', а также оба стандарта ('Монфор' и 'Анна Шпет'). Следует также отметить, что самой стабильной продуктивностью по годам отличаются самые продуктивные сорта, что проявляется в очень сильной отрицательной корреляции между коэффициентом квартильной вариации и медианой (коэффициент ранговой корреляции Спирмена без учета стандартов $\rho = -0,88$; $p < 0,001$; с учетом стандартов $\rho = -0,81$; $p < 0,001$).

Наиболее высокую дегустационную оценку плодов (более 4,5 баллов) имеют сорта 'Арвита 44-4-10', 'Венгерка Вкусная', 'Венгерка Сладкая', 'Венгерка МОС ВИР', 'Венгерка Шунтукская', 'Измамот', 'Чернослив Адыгейский'.

Крупноплодными (с массой плода более 31 г) являются сорта: 'Чернослив Адыгейский', 'Чернослив Предгорный', 'Арвита 44-4-10', 'Венгерка Вкусная', 'Венгерка МОС ВИР', 'Венгерка Майкопская'.

Выводы

Проведенный анализ данных многолетнего изучения образцов сливы домашней селекции МОС ВИР позволил выделить сорта с наиболее ценными признаками.

В условиях Адыгеи изученные образцы по срокам созревания относятся к группам среднеспелых и позднеспелых сортов. Из них среднеспелые: 'Чернослив Адыгейский' (к-23743), 'Венгерка Сизая' (к-43328), 'Лакомка' (к-43471), 'Чернослив Шунтукский' (к-23707), 'Венгерка Вкусная' (к-43323), 'Венгерка Предгорная' (к-43327), 'Венгерка Цитвенбюль' (к-43331), 'Южанка 20-16' (к-15078). Позднеспелые сорта: 'Венгерка Сладкая' (к-43329), 'Арвита 44-4-10' (к-28409), 'Венгерка Майкопская' (к-15081), 'Венгерка Майкопчанка' (к-43326), 'Вен-

герка МОС ВИР' (к-15080), 'Венгерка Цитвендом' (к-43333), 'Венгерка Шунтукская' (к-15079), 'Венгерка Цитвенванг' (к-43332), 'Венгерка Шунтучка' (к-43334), 'Измамот' (к-28408), 'Спурочка' (к-43477), 'Чернослив Предгорный' (к-43488).

Наиболее позднецветущими из них являются 'Венгерка Майкопчанка', 'Венгерка Сладкая', 'Венгерка Цитвенбюль', 'Венгерка Шунтучка', 'Лакомка'.

По продуктивности выделились сорта 'Венгерка Сладкая', 'Чернослив Адыгейский' и 'Чернослив Шунтукский'.

Наиболее стабильной продуктивностью отличаются сорта: 'Арвита 44-4-10', 'Венгерка Сладкая', 'Чернослив Адыгейский', а также стандарты 'Монфор' (к-3765) и 'Анна Шпет' (к-3325).

Высокую дегустационную оценку плодов получили сорта 'Арвита 44-4-10', 'Венгерка Вкусная', 'Венгерка Сладкая', 'Венгерка МОС ВИР', 'Венгерка Шунтукская', 'Измамот', 'Чернослив Адыгейский'.

Крупноплодными являются сорта 'Чернослив Адыгейский', 'Чернослив Предгорный', 'Арвита 44-4-10', 'Венгерка Вкусная', 'Венгерка МОС ВИР', 'Венгерка Майкопская'.

References / Литература

- Anzin B.N., Enikeev Kh.K., Rozhkov M.I. Plum (Sliva). Moscow: Selkhozgiz; 1956. [in Russian] (Анзин Б.Н., Еникеев Х.К., Рожков М.И. Слива. Москва: Сельхозгиз; 1956).
- Beigy M. Coefficient of quartile variation: *cqv_versatile*. Wien; 2019. Available from: https://cran.r-project.org/web/packages/cvcqv/vignettes/cqv_versatile.html [accessed Feb. 25, 2022].
- Eremin G.V., Zaremuks R.Sh., Alekhina E.M. Atlas of the best fruit and berry crop cultivars in Krasnodar Territory. Vol. 2. Stone fruits (Atlas luchshikh sortov plodovoykh i yagodnykh kultur Krasnodarskogo kraya. T. 2. Kostochkovye kultury). Krasnodar; 2009. [in Russian] (Еремин Г.В., Заремук Р.Ш., АLEXИНА Е.М. Атлас лучших сортов плодовых и ягодных культур Краснодарского края. Т. 2. Косточковые культуры. Краснодар; 2009).
- Gorina V.M., Lukicheva L.A. Prospects of the introduction-selection works on cherry plum adaptability to abiotic and biotic factors. *IZVESTIA Orenburg State Agrarian University*. 2016;1(57):148-151. [in Russian] (Горина В.М., Лукичева Л.А. Перспективы интродукционно-селекционной работы по алыче на адаптивность к абиотическим и биотическим факторам. *Известия Оренбургского Государственного Аграрного университета*. 2016;1(57):148-151).
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: paleontological statistics software. Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001;4(1):4. Available from: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf [accessed Feb. 25, 2022].
- Melnikova K.D. Plum (Sliva). In: *Index of completed works (Ukazatel zakonchennykh rabot)*. Maikop; 1973. p.44-56. [in Russian] (Мельникова К.Д. Слива. В кн.: *Указатель законченных работ*. Майкоп; 1973. С.44-56).
- Prichko T.G. Increase in industry efficiency of fruit production. *Scientific Works of North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making*. 2016;10:43-49. [in Russian] (Причко Т.Г. Повышение эффективности производства плодовой продукции. *Научные труды Северо-Кавказского Федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. 2016;10:43-49).

- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISPК; 1999. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК; 1999).
- Semenchenko S.N. Some biological features of flowering and pollination of plums in Moldova (Nekotorye biologicheskiye osobennosti tsveteniya i opyleniya slivy v Moldavii) [dissertation]. Kishinev; 1974 [in Russian] (Семенченко С.Н. Некоторые биологические особенности цветения и опыления сливы в Молдавии: дисс. ... канд. с.-х. наук. Кишинев; 1974).
- Shurakov F.A. Plum (Sliva). Simferopol: Krymizdat; 1959. [in Russian] (Шураков Ф.А. Слива. Симферополь: Крымиздат; 1959).
- Vitkovsky V.L., Pavlova N.M. Program and methods for studying the varieties of the collection of fruit, berry, subtropical and nut crops, and grapes (Programma i metodika izucheniya sortov kolleksii plodovykh, yagodnykh, subtropicheskikh, orekhoplodnykh kultur i vinograda). Leningrad: VIR; 1970. [in Russian] (Витковский В.Л., Павлова Н.М. Программа и методика изучения сортов коллекции плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных культур и винограда. Ленинград: ВИР; 1970).
- Yushev A.A., Sorokin N.A., Tikhonova O.A., Orlova S.Yu., Kislin E.N., Radchenko O.E., Pupkova N.A., Shlyavas A.V. The collection of fruit and berry plant genetic resources: preservation, replenishment, and study. Guidelines (Kolleksiya geneticheskikh resursov plodovykh i yagodnykh rasteniy: sokhraneniye, popolneniye, izucheniye. Metodicheskiye ukazaniya). A.A. Yushev, I.G. Chukhina (eds). St. Petersburg: VIR; 2016. [in Russian] (Юшев А. А., Сорокин Н. А., Тихонова О. А., Орлова С. Ю., Кислин Е. Н., Радченко О. Е., Пупкова Н. А., Шлявас А. В. Коллекция генетических ресурсов плодовых и ягодных растений: сохранение, пополнение, изучение. Методические указания / под ред. А.А. Юшева, И.Г. Чухиной. Санкт-Петербург: ВИР; 2016).
- Zaitsev G.N. Methodology of biometric calculations (Metodika biometricheskikh raschetov). Moscow: Nauka; 1973. [in Russian] (Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Москва: Наука; 1973).
- Zaremuk R.Sh. Cultivars of domestic plum for optimizing southern assortment. *Subtropical and Ornamental Horticulture*. 2018;(66):34-40. [in Russian] (Заремук Р.Ш. Сорта сливы домашней для оптимизации южного сорта. *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2018;(66):34-40). DOI: 10.31360/2225-3068-2018-66-34-40
- Zaremuk R.Sh. Formation of assortment for the development of highly productive plum plantations in the south of Russia (Formirovaniye sortimenta dlya sozdaniya vysokoproduktivnykh nasazhdeniy slivy na yuge Rossii). Krasnodar: Prosveshchenie-Yug; 2006. [in Russian] (Заремук Р.Ш. Формирование сортимента для создания высокопродуктивных насаждений сливы на юге России. Краснодар: Просвещение-Юг; 2006).
- Zhuravel A.M., Rapcea M.P., Koroid A.S., Gritskan S.V., Mager M.K. Plum. Chişinău: A.S.M.; 2007. [in Russian] (Журавель А.М., Рапча М.П., Короид А.С., Грицкан С.В., Магер М.К. Слива. Кишинев: А.С.М.; 2007).

Информация об авторах

Василий Васильевич Шерстобитов, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Майкопская опытная станция – филиал ВИР, 385746, Россия, Республика Адыгея, Майкопский район, поселок Подгорный, ул. Научная, 1. scherstobitov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8308-5107>

Ирина Анатольевна Бандурко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Майкопский государственный технологический университет, 385000 Россия, Республика Адыгея, Майкоп, ул. Первомайская, 191, 55irina@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6367-0886>

Павел Викторович Озерский, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44; ozerski@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7627-5412>

Information about the authors

Vasilii V. Sherstobitov, Senior Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Maikop Experiment Station of VIR, 1 Nauchnaya Street, pos. Podgorny, Maikop district 352183, Republic of Adygea, Russia, scherstobitov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8308-5107>

Irina A. Bandurko, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Maikop State Technological University, 191 Pervomaiskaya St., Maikop 385000, Republic of Adygea, Russia, 55irina@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6367-0886>

Pavel V. Ozerski, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, ozerski@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7627-5412>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 24.03.2022; одобрена после рецензирования 27.05.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 24.03.2022; approved after reviewing on 27.05.2022; accepted for publication on 03.06.2022.

ГЕНЕТИКА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Научная статья
УДК 634.75:577.2:575.22
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-122-128



Аллельное разнообразие гена *FaOMT* (биосинтез мезифурана) у перспективных сортов и отборных форм земляники селекции Федерального научного центра имени И.В. Мичурина

А. С. Лыжин, И. В. Лукьянчук

Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, Мичуринск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Александр Сергеевич Лыжин, Ranenburzhetc@yandex.ru

Актуальность. Аромат плодов – важный потребительский признак сортов земляники. Идентификация генотипов, несущих гены ароматического комплекса, является важным этапом создания сортов земляники с ароматными плодами. Цель исследования – анализ аллельного состояния гена *FaOMT* ароматического комплекса плодов у сортов и отборных гибридных сеянцев земляники, полученных в Федеральном научном центре имени И.В. Мичурина, для идентификации генотипов, перспективных для вовлечения в селекционные программы по совершенствованию аромата плодов.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись сорта и перспективные гибридные сеянцы земляники, созданные в Федеральном научном центре имени И.В. Мичурина с использованием методов интрогрессивной и межсортовой гибридизации. Оценку аллельного состояния гена *FaOMT* проводили с использованием кодоминантного маркера *FaOMT-SI/NO*.

Результаты и выводы. У изучаемых сортов и форм земляники ген *FaOMT* ароматического комплекса плодов представлен тремя вариантами комбинации аллелей: гомозиготное состояние функционального аллеля, гетерозиготное сочетание аллелей и гомозиготное состояние нефункционального аллеля. Сорта 'Рубиновый каскад', 'Привлекательная' и 'Фейерверк' характеризуются гетерозиготным сочетанием аллелей гена *FaOMT*, сорта 'Ласточка', 'Памяти Зубова', 'Флора', 'Яркая' и 'Урожайная ЦГЛ' имеют гомозиготный генотип по аллелю *FaOMT+*. Отборные формы 928-12, 26-5, 72-71, 62-41 имеют гетерозиготный генотип; гибриды 298-19-9-43 и 932-29 – гомозиготный генотип по функциональному аллелю *FaOMT+*; отборные формы 61-12 и 65-26 характеризуются гомозиготным состоянием нефункционального аллеля *FaOMT-*. Выявлены перспективные для вовлечения в селекционный процесс формы земляники, характеризующиеся наличием функционального аллеля *FaOMT+* в гомозиготной форме: сорта 'Ласточка', 'Памяти Зубова', 'Флора', 'Яркая', 'Урожайная ЦГЛ' и отборные формы 298-19-9-43, 932-29.

Ключевые слова: молекулярные маркеры, маркер-опосредованная селекция, генотип, аромат плодов

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФНЦ имени И.В. Мичурина по проекту FGSU-2022-0002 «Разработать модели идеального сорта по основным промышленным садовым культурам, усовершенствовать методы направленной и маркер-опосредованной селекции и на их основе создать новые генотипы с повышенной устойчивостью к комплексу биотических и абиотических стрессоров, с высокой продуктивностью и улучшенным качеством плодов, конкурентоспособных на российском и мировом рынках».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Лыжин А.С., Лукьянчук И.В. Аллельное разнообразие гена *FaOMT* (биосинтез мезифурана) у перспективных сортов и отборных форм земляники селекции Федерального научного центра имени И.В. Мичурина. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022;183(2):122-128. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-122-128

GENETICS OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-122-128

Allelic diversity of the *FaOMT* gene (mesifurane biosynthesis) in promising strawberry cultivars and selected forms developed at the I.V. Michurin Federal Science Center

Alexander S. Lyzhin, Irina V. Luk'yanchuk

I.V. Michurin Federal Science Center, Michurinsk, Russia

Corresponding author: Alexander S. Lyzhin, Ranenburzhetc@yandex.ru

Background. Fruit aroma is an important consumer trait of strawberry varieties. Identification of genotypes carrying the genes of the aromatic complex in fruits is an important stage in the development of new cultivars with aromatic fruits. The purpose of this study was to analyze the allelic state of the *FaOMT* fruit aroma gene in strawberry cultivars and selected forms developed at the I.V. Michurin Federal Science Center to identify promising genotypes for use in breeding for fruit aroma.

Materials and methods. The research materials were strawberry cultivars and promising selected forms developed at the I.V. Michurin FSC using the methods of introgressive and intervarietal hybridization. Allelic state of the *FaOMT* gene was identified with the codominant marker *FaOMT-SI/NO*.

Results and conclusion. The *FaOMT* fruit aroma gene is represented in the studied strawberry varieties and forms by three combinations of alleles: the homozygous state of the functional allele, the heterozygous combination of the alleles, and the homozygous state of the nonfunctional allele. Cvs. 'Rubinovy kaskad', 'Privlekatelnaya' and 'Feyerverk' are characterized by a heterozygous combination of alleles of the *FaOMT* gene. Cvs. 'Lastochka', 'Pamyati Zubova', 'Flora', 'Yarkaya' and 'Urozhaynaya CGL' are characterized by the homozygous state of the *FaOMT+* allele. Selected strawberry forms 928-12, 26-5, 72-71 and 62-41 have the heterozygous genotype; hybrids 298-19-9-43 and 932-29 are characterized by the homozygous state of the *FaOMT+* allele; selected forms 61-12 and 65-26 are characterized by the homozygous state of the nonfunctional *FaOMT-* allele. Strawberry forms promising for breeding, with the homozygous state of the functional *FaOMT+* allele, were identified: cvs. 'Lastochka', 'Pamyati Zubova', 'Flora', 'Yarkaya' and 'Urozhaynaya CGL', and selected forms 298-19-9-43 and 932-29.

Keywords: molecular markers, marker-assisted selection, genotype, fruit aroma

Acknowledgments: the research was performed within the framework of the State Task delegated to the I.V. Michurin FSC, Project No. FGSU-2022-0002 "To develop models of an ideal cultivar for the main commercial horticultural crops, improve methods of targeted and marker-assisted selection, and produce on their basis new genotypes with increased resistance to a set of biotic and abiotic stressors, with high productivity and improved fruit quality, competitive in the Russian and world markets".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Lyzhin A.S., Luk'yanchuk I.V. Allelic diversity of the *FaOMT* gene (mesifurane biosynthesis) in promising strawberry cultivars and selected forms developed at the I.V. Michurin Federal Science Center. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):122-128. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-122-128

Введение

Вкус и аромат плодов – важные потребительские признаки сортов земляники, во многом обуславливающие их коммерческую ценность и востребованность на рынке. К настоящему времени идентифицировано свыше 350 соединений, участвующих в формировании аромата плодов земляники. При этом относительное содержание летучих ароматообразующих веществ в плодах является характерным признаком конкретного вида или сорта (Wein et al., 2002; Oh et al., 2021).

Значительный вклад в формирование аромата плодов земляники вносят фураноны, придающие плодам сладкие карамельные, фруктовые и цветочные ноты. В плодах земляники фураноны в основном представлены фуранеолом (2,5-диметил-4-гидрокси-3(2H)-фуранон) и мезифураном (4-метокси-2,5-диметил-3-фуранон) (Urrutia et al., 2017; Li et al., 2021).

Уровень накопления фуранонов в плодах земляники детерминирован генотипически, однако на их содержание также влияет степень зрелости плодов, а также складывающиеся во время их роста и развития погодные климатические условия (Urrutia et al., 2017; Yamada et al., 2019). При этом, в отличие от большинства летучих ароматообразующих веществ, уровень накопления которых детерминирован полигенно, концентрация мезифурана в плодах земляники определяется геном *FaOMT*, который кодирует O-метилтрансферазу, катализирующую образование мезифурана из фуранеола (Wein et al., 2002).

В геноме земляники ген *FaOMT* представлен двумя аллельными вариантами: *FaOMT+* (функциональный, активный аллель, высокий уровень накопления мезифурана), *FaOMT-* (нефункциональный, неактивный аллель, мезифуран не продуцируется) (Zorrilla-Fontanesi et al., 2012). У генотипов земляники, характеризующихся гомозиготным состоянием аллеля *FaOMT+*, наблюдается максимальный уровень биосинтеза мезифурана в плодах; у генотипов с гомозиготным состоянием неактивного аллеля мезифуран в плодах не продуцируется. Формы земляники с гетерозиготным сочетанием аллелей гена *FaOMT* по уровню биосинтеза мезифурана занимают промежуточное положение между гомозиготными генотипами (Cruz-Rus et al., 2017). У непродуцентов мезифурана в промоторной зоне гена *FaOMT* отсутствует последовательность из 30 пн, содержащая предполагаемые сайты связывания для основных факторов транскрипции MYB и VZ1P. Данный полиморфизм коррелирует как с фактическим содержанием мезифурана в плодах, так и с уровнем экспрессии гена *FaOMT* (Zorrilla-Fontanesi et al., 2012).

Моногенный контроль содержания мезифурана в плодах подтверждается также методом РНК-интерференции, показавшим практически полное отсутствие мезифурана в плодах при репрессии транскриптов гена *FaOMT* (Härtl et al., 2017).

При этом необходимо отметить, что в большинстве селекционных программ по землянике аромат плодов не учитывался как существенный признак, что привело к его элиминации у многих широко возделываемых сортов, и лишь в последнее время совершенствованию таких показателей, как биохимический состав и аромат плодов земляники, стало уделяться серьезное внимание (Bianchi et al., 2017).

Целью исследования являлся молекулярно-генетический анализ аллельного состояния гена *FaOMT* ароматического комплекса плодов у сортов и отборных гибридных сеянцев земляники, полученных в Федеральном на-

учном центре имени И.В. Мичурина, для идентификации генотипов, перспективных для вовлечения в селекционные программы по совершенствованию аромата плодов.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2020–2022 гг. В качестве биологических объектов использованы сорта и перспективные сеянцы земляники, созданные в Федеральном научном центре имени И.В. Мичурина с использованием методов интрогрессивной и межсортной гибридизации: двухвидовые гибриды с участием земляники овальной *Fragaria ovalis* Rydb. (синоним *F. virginiana* subsp. *glauca*) и земляники садовой *F. × ananassa* Durh. (сорта 'Ласточка', 'Рубиновый каскад', 'Памяти Зубова'), двухвидовой гибрид с участием *F. virginiana* subsp. *platypetala* (Rydb.) Staudt и земляники садовой (отборная форма 932-29), трехвидовые гибриды с участием земляники восточной (*F. orientalis* Los.), земляники мускатной (*F. moschata* Duch.) и земляники садовой (отборные формы 26-5, 928-12, 298-19-9-43), межсортные гибриды земляники садовой (сорта 'Привлекательная', 'Урожайная ЦГЛ', 'Фейерверк', 'Флора', 'Яркая', отборные формы 61-12, 62-41, 65-26, 72-71) (табл. 1).

Экстракция тотальной ДНК генотипов земляники проводилась методом СТАВ с модификациями (Luk'yan'chuk et al., 2018).

Идентификация аллельного состояния гена *FaOMT* проводилась методом ДНК-анализа с использованием диагностического маркера *FaOMT-SI/NO* (Zorrilla-Fontanesi et al., 2012). Маркер *FaOMT-SI/NO* является кодоминантным. Функциональному аллелю *FaOMT+* соответствует ампликон размером 248 пн, нефункциональному аллелю *FaOMT-* соответствует ампликон размером 217 пн. В случае гетерозиготного сочетания аллелей гена *FaOMT* на электрофореграмме присутствуют оба целевых продукта, а также в большинстве случаев наблюдается образование дополнительного ампликона, предположительно являющегося продуктом амплификации родственных последовательностей в гомеологах. Наличие данного фрагмента на электрофореграмме является дополнительным диагностическим критерием гетерозиготного состояния гена *FaOMT*, так как при наличии фрагмента 248 пн ампликон размером 217 пн может синтезироваться в недостаточном количестве и быть слабо визуализируемым (Cruz-Rus et al., 2017).

Полимеразную цепную реакцию проводили в термоциклере T100 (Bio-Rad, США) по описанной ранее программе (Lyzhin et al., 2020).

Фракционирование продуктов ПЦР-анализа проводили методом электрофореза в 2-процентном агарозном геле. Для определения длины амплифицированных фрагментов использовался Gene Ruler 100 bp DNA Ladder (Thermo Fisher Scientific, США).

Результаты и обсуждение

Согласно проведенным исследованиям, у изучаемых сортов и отборных форм земляники ген *FaOMT* ароматического комплекса плодов представлен тремя вариантами комбинации аллелей: гомозиготное состояние функционального (активного) аллеля *FaOMT+*, гетерозиготное сочетание аллелей и гомозиготное состояние нефункционального аллеля *FaOMT-*. Функциональный аллель *FaOMT+* выявлен у всех проанализированных сортов земляники. При этом сорта 'Рубиновый каскад', 'При-

Таблица 1. Анализируемые сорта и отборные формы земляники

Table 1. The analyzed strawberry cultivars and selected forms

Генотип / Genotype	Происхождение / Origin
Ласточка	({{Рубиновый кулон × (Фестивальная × <i>F. ovalis</i>) × Cardinal} × Привлекательная) × Привлекательная
Рубиновый каскад	
Памяти Зубова	[Фейерверк × (Belrubi × <i>F. ovalis</i>)] × Holiday
Привлекательная	Рубиновый кулон × Allbritton
Урожайная ЦГЛ	Senga Sengana × Redcoat
Фейерверк	
Флора	
Яркая	
26-5	Рубиновый кулон × ({{(<i>F. orientalis</i> × Cavalier) × <i>F. moschata</i> } × Redcoat} × Senga Sengana)
61-12	Былинная × Олимпийская надежда
62-41	Былинная × Фейерверк
65-26	Олимпийская надежда × Былинная
72-71	Привлекательная × Былинная
928-12	({{(<i>F. orientalis</i> × Cavalier) × <i>F. moschata</i> } × Redcoat} × Senga Sengana) × Привлекательная
932-29	<i>F. virginiana</i> subsp. <i>platypetala</i> (Rydb.) Staudt × Фейерверк
298-19-9-43	{{(<i>F. orientalis</i> × Cavalier) × <i>F. moschata</i> } × Redcoat} × Senga Sengana

влекательная' и 'Фейерверк' характеризуются гетерозиготным сочетанием аллелей гена *FaOMT*, а сорта 'Ласточка', 'Памяти Зубова', 'Флора', 'Яркая' и 'Урожайная ЦГЛ' имеют гомозиготный генотип по аллелю *FaOMT+*. Среди проанализированных перспективных отборных форм земляники аллель *FaOMT+* идентифицирован у шести генотипов из восьми. Отборные формы 928-12, 26-5, 72-71, 62-41 имеют гетерозиготный генотип; гибриды 298-19-9-43 и 932-29 – гомозиготный генотип по функциональному аллелю *FaOMT+*; отборные формы 61-12 и 65-26 характеризуются наличием нефункционального аллеля в гомозиготной форме (рисунок, табл. 2).

Из семи генотипов земляники, характеризующихся гетерозиготным сочетанием аллелей гена *FaOMT*, четыре (сорта 'Привлекательная', 'Фейерверк'; отборные формы 72-71, 62-41) получены методом межсортной гибридизации в пределах вида *F. × ananassa*, а три (сорт 'Рубиновый каскад', отборные формы 928-12, 26-5) – с вовлечением в гибридизацию геноплазмы дикорастущих видов рода *Fragaria* L., многие из которых характеризуются богатым и насыщенным ароматом плодов (Ulrich et al., 2007; Duan et al., 2018). В частности, высоким уровнем биосинтеза мезифурана в плодах характеризуется использованная в качестве исходной формы земляника мускатная, а также дикорастущие виды *F. virginiana* Duch. и *F. vesca* L. (Ulrich et al., 2007; Cruz-Rus et al., 2017).

Среди гомозиготных по функциональному аллелю *FaOMT+* генотипов четыре (сорта 'Ласточка', 'Памяти Зубова'; отборные формы 298-19-9-43, 932-29) имеют сложное межвидовое происхождение, три (сорта 'Флора', 'Яркая', 'Урожайная ЦГЛ') – межсортные гибриды земляники садовой.

Сорта и отборные гибриды, характеризующиеся гомозиготным генотипом по какому-либо признаку, являются ценными исходными формами в селекции, так как обеспечивают 100-процентное наследование целевого аллеля в гибридном потомстве, позволяя тем самым снизить финансовые и трудовые затраты на выращивание и анализ гибридных семян и ускорить создание новых сортов с комплексом хозяйственно ценных признаков (Kuznetsov, Gruner, 2010; Baumgartner et al., 2015).

Кроме того, сорт 'Ласточка' характеризуется наличием в генотипе функционального аллеля гена *FanAAMT* (биосинтез метилантранилата в плодах) (Lyzhin, Luk'yanchuk, 2021), в связи с чем представляет интерес как комплексный источник в селекции на улучшенный аромат плодов. Ген *FanAAMT* также идентифицирован у сорта 'Фейерверк' (Lyzhin, Luk'yanchuk, 2021), который, таким образом, совмещает функциональные аллели двух генов в гетерозиготном состоянии и также является ценной исходной формой для селекционных программ по созданию новых сортов земляники с ароматными плодами.

Также необходимо отметить, что сорт 'Фейерверк', характеризующийся гетерозиготным генотипом, и сорта 'Флора', 'Яркая' и 'Урожайная ЦГЛ', имеющие гомозиготный генотип по функциональному аллелю *FaOMT+*, выделены в одной комбинации скрещивания – Senga Sengana × Redcoat. Полученные результаты свидетельствуют о том, что у использованных в качестве родительских форм сортов 'Senga Sengana' и 'Redcoat' ген *FaOMT* находится в гетерозиготном состоянии.

Отборные формы 61-12, 65-26, 72-71 и 62-41 получены с использованием в качестве одной из родительских форм сорта 'Былинная', который, согласно проведенным

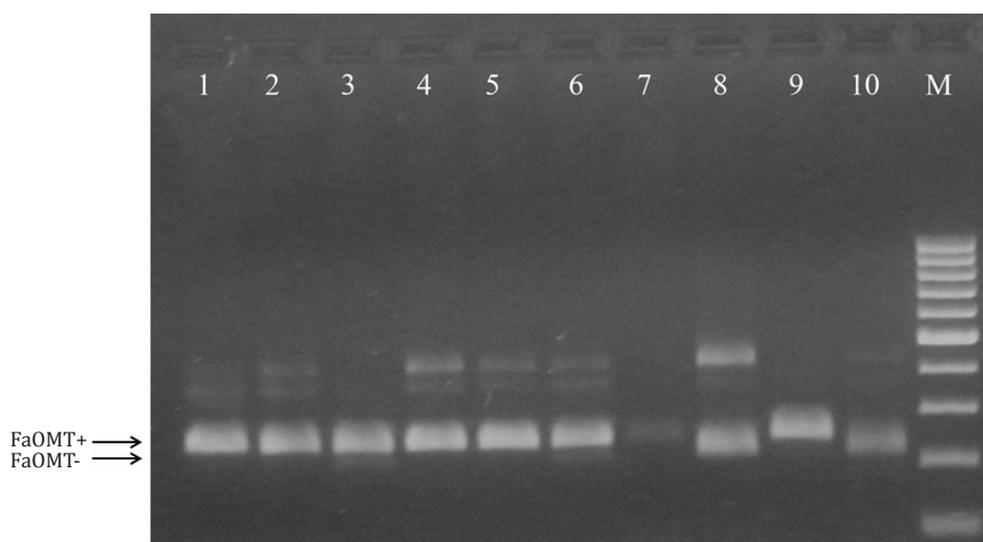


Рисунок. Электрофореграмма продуктов амплификации геномной ДНК сортов и отборных форм земляники с праймером FaOMT-SI/NO:

1 – ‘Рубиновый каскад’, 2 – ‘Фейерверк’, 3 – ‘Ласточка’, 4 – ‘Привлекательная’,
5 – 26-5, 6 – 72-71, 7 – ‘Урожайная ЦГЛ’, 8 – 61-12, 9 – ‘Флора’, 10 – 65-26; м – маркер молекулярного веса ДНК

Figure. Electrophoregram of genomic DNA amplification products from strawberry cultivars and selected forms with the FaOMT-SI/NO primer:

1 – ‘Rubinovy kaskad’, 2 – ‘Feyerverk’, 3 – ‘Lastochka’, 4 – ‘Privlekatelnaya’, 5 – 26-5, 6 – 72-71, 7 – ‘Urozhaynaya CGL’,
8 – 61-12, 9 – ‘Flora’, 10 – 65-26; м – DNA molecular weight marker

Таблица 2. Аллельное разнообразие гена биосинтеза мезифурана в плодах (*FaOMT*) у сортов и отборных форм земляники

Table 2. Allelic diversity of the *FaOMT* mesifurane biosynthesis gene in strawberry cultivars and selected forms

Сорт, отборная форма / Cultivar, selected form	Маркер FaOMT-SI/NO / FaOMT-SI/NO marker		Сочетание аллелей гена <i>FaOMT</i> / Combination of the <i>FaOMT</i> alleles
	217 пн / 217 bp	248 пн / 248 bp	
Ласточка		+	Гомозиготное (аллель <i>FaOMT</i> +)
Рубиновый каскад	+	+	Гетерозиготное
Памяти Зубова		+	Гомозиготное (аллель <i>FaOMT</i> +)
Привлекательная	+	+	Гетерозиготное
Фейерверк	+	+	Гетерозиготное
Флора		+	Гомозиготное (аллель <i>FaOMT</i> +)
Урожайная ЦГЛ		+	Гомозиготное (аллель <i>FaOMT</i> +)
Яркая		+	Гомозиготное (аллель <i>FaOMT</i> +)
26-5	+	+	Гетерозиготное
61-12	+		Гомозиготное (аллель <i>FaOMT</i> -)
62-41	+	+	Гетерозиготное
65-26	+		Гетерозиготное
72-71	+	+	Гетерозиготное
928-12	+	+	Гетерозиготное
932-29		+	Гомозиготное (аллель <i>FaOMT</i> +)
298-19-9-43		+	Гомозиготное (аллель <i>FaOMT</i> +)

ранее исследованиям (Lyzhin et al., 2020), характеризуется гомозиготным состоянием неактивного аллеля *FaOMT*-. В связи с этим в комбинациях скрещивания с участием сорта 'Былинная' гибридные сеянцы могут иметь гетерозиготный или гомозиготный по неактивному аллелю генотип. Данное предположение подтверждается результатами молекулярно-генетического анализа: формы 72-71 (Привлекательная × Былинная) и 62-41 (Былинная × Фейерверк) имеют гетерозиготный генотип, формы 61-12 (Былинная × Олимпийская надежда) и 65-26 (Олимпийская надежда × Былинная) – гомозиготный генотип по нефункциональному аллелю *FaOMT*-.

Заключение

Таким образом, проанализировано аллельное состояние гена *FaOMT*, контролирующего биосинтез мезифурана в плодах, у сортов и перспективных отборных форм земляники селекции ФНЦ имени И.В. Мичурина. Идентифицированы перспективные формы земляники, характеризующиеся наличием функционального аллеля *FaOMT*+ в гомозиготной форме – сорта 'Ласточка', 'Памяти Зубова', 'Флора', 'Яркая', 'Урожайная ЦГЛ' и отборные формы 298-19-9-43, 932-29, вовлечение которых в селекционный процесс теоретически позволит получить в гибридном потомстве 100% сеянцев с функциональным аллелем *FaOMT*+

References / Литература

- Baumgartner I.O., Patocchi A., Frey J.E., Peil A., Kellerhals M. Breeding elite lines of apple carrying pyramided homozygous resistance genes against apple scab and resistance against powdery mildew and fire blight. *Plant Molecular Biology*. 2015;33(5):1573-1583. DOI: 10.1007/s11105-015-0858-x
- Bianchi G., Lucchi P., Maltoni M.L., Fagherazzi A.F., Baruzzi G. Analysis of aroma compounds in new strawberry advanced genotypes. *Acta Horticulturae*. 2017;1156:673-678. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1156.98
- Cruz-Rus E., Sesmero R., Ángel-Pérez J.A., Sánchez-Sevilla J.F., Ulrich D., Amaya I. Validation of a PCR test to predict the presence of flavor volatiles mesifurane and γ -decalactone in fruits of cultivated strawberry (*Fragaria × ananassa*). *Molecular Breeding*. 2017;37(10):131. DOI: 10.1007/s11032-017-0732-7
- Duan W., Sun P., Chen L., Gao S., Shao W., Li J. Comparative analysis of fruit volatiles and related gene expression between the wild strawberry *Fragaria pentaphylla* and cultivated *Fragaria × ananassa*. *European Food Research and Technology*. 2018;244:57-72. DOI: 10.1007/s00217-017-2935-x
- Härtl K., Kalinowski G., Hoffmann T., Preuss A., Schwab W. RNAi-mediated endogene silencing in strawberry fruit: detection of primary and secondary siRNAs by deep sequencing. *Plant Biotechnology Journal*. 2017;15(5):658-668. DOI: 10.1111/pbi.12664
- Kuznetsov M.N., Gruner L.A. History and achievements of the All-Russia Research NII of Horticultural Breeding (to 165 anniversary of the establishment). *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2010;(4):5-8. [in Russian] (Кузнецов М.Н., Грюнер Л.А. История и научные достижения Всероссийского НИИ селекции плодовых культур (к 165-летию учреждения). *Достижения науки и техники АПК*. 2010;(4):5-8).
- Li Y., Zhang Y., Liu X., Xiao Y., Zhang Z., Shi Y. et al. Cultivation conditions change aroma volatiles of strawberry fruit. *Horticulturae*. 2021;7(4):81. DOI: 10.3390/horticulturae7040081
- Luk'yanchuk I.V., Lyzhin A.S., Kozlova I.I. Analysis of strawberry genetic collection (*Fragaria* L.) for *Rca2* and *Rpfl* genes with molecular markers. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(7):795-799. DOI: 10.18699/VJ18.423
- Lyzhin A.S., Luk'yanchuk I.V. Genetic diversity in wild species and cultivars of strawberry for the *FANAAMT* gene controlling fruit flavor volatiles. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2021;182(2):72-80. [in Russian] (Лыжин А.С., Лукьянчук И.В. Генетическое разнообразие дикорастущих видов и сортов земляники по гену *FanAAMT* ароматического комплекса плодов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021;182(2):72-80). DOI: 10.30901/2227-8834-2021-2-72-80
- Lyzhin A.S., Luk'yanchuk I.V., Zhanova E.V. Polymorphism of the *FaOMT* and *FaFAD1* genes for fruit flavor volatiles in strawberry varieties and wild species from the genetic collection of the Michurin Federal Research Center. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;24(1):5-11. DOI: 10.18699/VJ20.588
- Oh Y., Barbey C.R., Chandra S., Bai J., Fan Z., Plotto A. et al. Genomic characterization of the fruity aroma gene, *FaFAD1*, reveals a gene dosage effect on γ -decalactone production in strawberry (*Fragaria × ananassa*). *Frontiers in Plant Science*. 2021;12:639345. DOI: 10.3389/fpls.2021.639345
- Ulrich D., Komes D., Olbricht K., Hoberg E. Diversity of aroma patterns in wild and cultivated *Fragaria* accessions. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2007;54(6):1185-1196. DOI: 10.1007/s10722-006-9009-4
- Urrutia M., Rambla J.L., Alexiou K.G., Granell A., Monfort A. Genetic analysis of the wild strawberry (*Fragaria vesca*) volatile composition. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2017;121:99-117. DOI: 10.1016/j.plaphy.2017.10.015
- Wein M., Lavid N., Lunkenbein S., Lewinsohn E., Schwab W., Kaldenhoff R. Isolation, cloning and expression of a multifunctional O-methyltransferase capable of forming 2, 5-dimethyl-4-methoxy-3 (2H)-furanone, one of the key aroma compounds in strawberry fruits. *The Plant Journal*. 2002;31(6):755-765. DOI: 10.1046/j.1365-3113X.2002.01396.x
- Yamada A., Ishiuchi K.I., Makino T., Mizukami H., Terasaka K. A glucosyltransferase specific for 4-hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone in strawberry. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2019;83(1):106-113. DOI: 10.1080/09168451.2018.1524706
- Zorrilla-Fontanesi Y., Rambla J.L., Cabeza A., Medina J.J., Sánchez-Sevilla J.F., Valpuesta V. et al. Genetic analysis of strawberry fruit aroma and identification of O-methyltransferase *FaOMT* as the locus controlling natural variation in mesifurane content. *Plant physiology*. 2012;159(2):851-870. DOI: 10.1104/pp.111.188318

Информация об авторах

Александр Сергеевич Лыжин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, 393760 Россия, Тамбовская область, Мичуринск, ул. Мичурина, 30, Ranenburzhetc@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9770-8731>

Ирина Васильевна Лукьянчук, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина, 393760 Россия, Тамбовская область, Мичуринск, ул. Мичурина, 30, irina.lk2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1626-840X>

Information about the authors

Alexander S. Lyzhin, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, I.V. Michurin Federal Science Center, 30 Michurina St., Michurinsk, Tambov Province 393760, Russia, Ranenburzhetc@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9770-8731>

Irina V. Luk'yanchuk, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, I.V. Michurin Federal Science Center, 30 Michurina St., Michurinsk, Tambov Province 393760, Russia, irina.lk2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1626-840X>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 03.03.2022; одобрена после рецензирования 18.05.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 03.03.2022; approved after reviewing on 18.05.2022; accepted for publication on 03.06.2022.

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ СЕЛЕКЦИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Научная статья
УДК 634.11.13:631.52
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-129-136



Селекция колонновидных сортов яблони на суперкомпактный габитус

С. А. Корнеева, Е. Н. Седов, Т. В. Янчук

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, Орловская область, Россия

Автор, ответственный за переписку: Светлана Александровна Корнеева, korneeva@vniispk.ru

Работа основана на методе комбинативной селекции с использованием доноров колонновидного типа роста (ген *Co*), источников зимостойкости, высоких товарно-потребительских качеств, доноров иммунитета к парше (ген *Rvi6*). При проведении отбора в гибридном потомстве колонновидной яблони дается оценка силы роста, степени компактности и культурности сеянцев в соответствии с методиками.

Объем селекции на колонновидный габитус кроны яблони, в связи с возросшей популярностью этой формы, за последние девять лет во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур (ВНИИСПК), составил 133 582 цветков, что является 1/3 частью от всей гибридизации, предусмотренной селекционной программой по яблоне. Ведется тщательный подбор родительских форм с целью включения в генотип колонновидного габитуса комплекса ценных признаков. В качестве источников и доноров интересующих селекционеров признаков выступают как сорта, так и гибридные формы. Все изученные сорта селекции ВНИИСПК относятся к карликовым – их высота находится в пределах от 287 см (у сорта 'Приокское') до 198 см (у сорта 'Орловская Есения'), и их можно рекомендовать как для производственных насаждений, так и для любительских садов. Колонновидная форма 34-34-98 характеризуется уникальной степенью компактности (отношение длины междоузлия к диаметру побега) – 0,4 при среднем значении показателя у изученных колонновидных сортов 1,6. С участием этой формы получено 78 перспективных гибридных сеянцев, лучшие из которых (38,5%) перенесены в сад для первичного сортоизучения.

Большой выход сеянцев, характеризующихся высокой компактностью, в потомстве колонновидной формы яблони 34-34-98 позволяет рекомендовать ее для создания новых генотипов яблони для высокорентабельных садов с большой плотностью посадки деревьев.

Ключевые слова: *Malus domestica*, гибридные формы, создание новых генотипов, сила роста, степень компактности

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Создание новых конкурентоспособных, адаптивных сортов семечковых культур с использованием инновационных методов селекции и разработка экологически безопасных элементов технологии выращивания, переработки и хранения» (FGZS-2022-0008). Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Корнеева С.А., Седов Е.Н., Янчук Т.В. Селекция колонновидных сортов яблони на суперкомпактный габитус. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):129-136. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-129-136

DOMESTIC PLANT BREEDING AT THE PRESENT STAGE

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-129-136

Breeding columnar apple-tree cultivars for supercompact growth habit

Svetlana A. Korneeva, Evgeny N. Sedov, Tatyana V. Yanchuk

*Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel Province, Russia***Corresponding author:** Svetlana A. Korneeva, korneeva@vniispk.ru

This work was based on the combinatorial breeding technique using donors of the columnar growth type (*Co* gene), sources of winter hardiness and high consumer qualities, and scab immunity donors (*Rvi6* gene). The selection in the columnar apple-tree hybrid progeny was accompanied by the assessment of growth vigor, compactness degree, and seedling cultivability in accordance with the guidelines.

Due to the increasing popularity of apple trees with the columnar crown type, the volume of breeding work for columnar growth habit at the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK) over the past 9 years amounted to 133,582 flowers, or one third of the entire hybridization envisaged by the apple-tree breeding program. Meticulous selection of parent forms is carried out in order to incorporate a set of useful traits in the columnar growth habit genotype. Both cultivars and hybrid forms serve as sources and donors of the traits interesting for breeders. All the studied cultivars released by VNIISPK are dwarf: their height is within the range from 287 cm (cv. 'Priokskoe') to 198 cm (cv. 'Orlovskaya Yesenia'), and they can be recommended for both commercial plantations and amateur gardens. The columnar form 34-34-98 is characterized by a unique degree of compactness (the ratio of the internode length to the shoot diameter) equal to 0.4 versus the average value of 1.6 for this indicator in the studied columnar cultivars. This form was involved in the release of 78 promising hybrid seedlings, the best of which (38.5%) were transferred to the garden for primary variety trials. A large yield of seedlings characterized by high compactness in the progeny of the columnar apple tree 34-34-98 makes it possible to recommend it for the development of new apple-tree genotypes for highly cost-effective orchards with high tree planting density.

Keywords: *Malus domestica*, hybrid forms, development of new genotypes, growth vigor, degree of compactness

Acknowledgements: this research was conducted within the framework of the state task on the topic "Development of new competitive, adaptive cultivars of pome crops using innovative breeding methods and development of environmentally friendly elements of cultivation, processing and storage technologies" (FGZS-2022-0008).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Korneeva S.A., Sedov E.N., Yanchuk T.V. Breeding columnar apple-tree cultivars for a supercompact growth habit. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):129-136. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-129-136

Введение

Колонновидные сорта яблони являются перспективными объектами для селекционеров, так ген *Co*, отвечающий за особенности габитуса этой формы яблони, является доминантным, что позволяет экспериментировать с большой долей прогнозируемого результата. В потомстве от бикроссных скрещиваний ожидается половина сеянцев с нужным признаком (Bai, Zhu, 2012; Vávra et al., 2021; Baldi et al., 2013). Однако, несмотря на доминантный характер гена колонновидного габитуса, его фенотипическое проявление не всегда ярко выражено и у некоторых сеянцев носит промежуточный характер. Это связывают с влиянием генов-модификаторов, сцепленных с геном *Co* (Zhu, 2007). Многие исследователи обращают внимание на то, что лишь после семилетнего возраста можно с точностью идентифицировать колонновидный габитус (Kenis, Keulemans, 2007). Комплекс хозяйственно ценных признаков колонновидных сортов обеспечивает высокую эффективность их использования для закладки производственных суперинтенсивных насаждений (Vávra et al., 2015). Габитус колонн оптимален для внедрения машинной обрезки деревьев, что существенно снижает затраты на уходные работы в саду (Talwara, Grout, 2013). Высокая скороплодность и урожайность позволяют ускорить оборот инвестируемых средств, а ежегодное плодоношение обеспечивает стабильную прибыль.

Первые колонновидные сорта, полученные в Великобритании ('Таскан', 'Телеймон', 'Трайджен', 'Мейпол', 'Фламенко' и др.), не получили широкого распространения в промышленном садоводстве, но явились хорошим материалом для селекции. В нашей стране получены колонновидные сорта, обладающие достаточной зимостойкостью для Центрального и Центрально-Черноземного регионов РФ, высокой скороплодностью, стабильным плодоношением с плодами, характеризующимися высокими товарно-потребительскими качествами. Первые колонновидные сорта в России получены в ФНЦ садоводства профессором В. В. Кичиной ('Валюта', 'Диалог', 'Президент', 'Останкино', 'Червонец') (Kichina, 2002, 2011). В ФНЦ им. Мичурина созданы сорта 'Гейзер', 'Готика', 'Каскад', 'Стела', 'Стрела' (Savel'yeva, 2016). Хорошо зарекомендовали себя колонновидные сорта Россошанской опытной станции – 'Виктория', 'Корал', 'Михайловская', 'Наталяюшка'. Во ВНИИСПК создано пять колонновидных сортов – 'Приокское', 'Поэзия', 'Восторг', 'Орловская Есения', 'Гирлянда' (Korneeva et al., 2021). Несмотря на уже имеющийся сортимент колонновидных сортов яблони, лишь непрерывное совершенствование сортимента обеспечит конкурентоспособность отечественного садоводства. В связи с этим исследования в области селекционной работы на колонновидный габитус являются актуальными и открывают широкие перспективы для решения проблем по импортозамещению садовой продукции.

Материалы и методы

Исследования проводили с использованием общепринятых методик: «Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур», «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Sedov et al., 1995; Sedov, Ogol'tsova, 1999).

Селекционный процесс включает в себя гибридизацию. Объем гибридизации (количество опыленных цветков) зависит от степени цветения интересующих родительских форм: чем больше количество цветков, тем продуктивнее будет селекция. От числа опыленных цветков получают лишь 1/3 нормально развитых семян.

Нами использовано наиболее предсказуемое и ускоренное направление селекции – селекция по признакам, которые контролируются главными генами, к которым и относится ген колонновидности (*Co*). Колонновидные формы при осуществлении данного направления селекционной программы лаборатории берутся как в качестве отцовских, так и в качестве материнских форм. Полученные гибридные семена весной высевают в школку гибридных сеянцев. Оценка сеянцев по степени культурности осуществляют на второй год после посева гибридных семян. При этом все сеянцы оцениваются по комплексу признаков по следующим параметрам культурности: устойчивость к мучнистой росе и парше, густота опушенности побега и листьев, морщинистость поверхности листовой пластины, городчатая или городчато-пильчатая зазубренность края, крупные прилистники, густое и мелкое жилкование, короткий и толстый черешок листа, граненая форма побега, отсутствие колючек. Оцениваются сеянцы комплексно по пятибалльной шкале: 5 – отличный, выдающийся по своей ценности сеянец; 4 – хороший; 3 – среднего достоинства; 2 – плохой; 1 – очень плохой. Отбору для селекционного сада подлежат сеянцы с оценкой 3, 4 и 5 баллов.

Оценка колонновидности сеянцев проводится по такому важному показателю, как степень компактности. Он рассчитывается как отношение длины междоузлия к толщине (диаметру) побега. Отбору подлежат сеянцы со степенью компактности не выше 2,5.

Ранжирование колонновидных сортов и форм по силе роста проведено в соответствии со следующей градацией:

- карликовые – высота дерева 2-3 м;
- полукарликовые – высота дерева 3-4 м;
- среднерослые – высота дерева 4-5 м;
- сильнорослые – высота дерева 5-7 м.

Результаты работы

Ежегодный объем селекции яблони во ВНИИСПК на колонновидный габитус кроны сохраняется на высоком уровне (Sedov et al., 2021). Это связано с большим генетическим потенциалом данного направления и широкими перспективами использования как в промышленном, так и в любительском садоводстве. За последние девять лет доля гибридизации по разделу селекции на колонновидный габитус в среднем составила 30,4% от всего объема (рис. 1).

В рамках селекционной работы генотип колонновидной формы яблони переводится на более высокий полиплоидный уровень, насыщается генами иммунитета к парше, ведется отбор форм с высокой зимостойкостью, длительной лежкостью плодов, высоким содержанием витаминов. Создание компактных колонновидных форм яблони – одно из актуальных направлений селекции.

Колонновидные сорта яблони характеризуются сдержанным ростом, однако показатели биометрических параметров деревьев разных сортов существенно варьируют (Shidakov et al., 2014). Так, высота 7-летних деревьев сортов селекции ВНИИСПК на карликовой

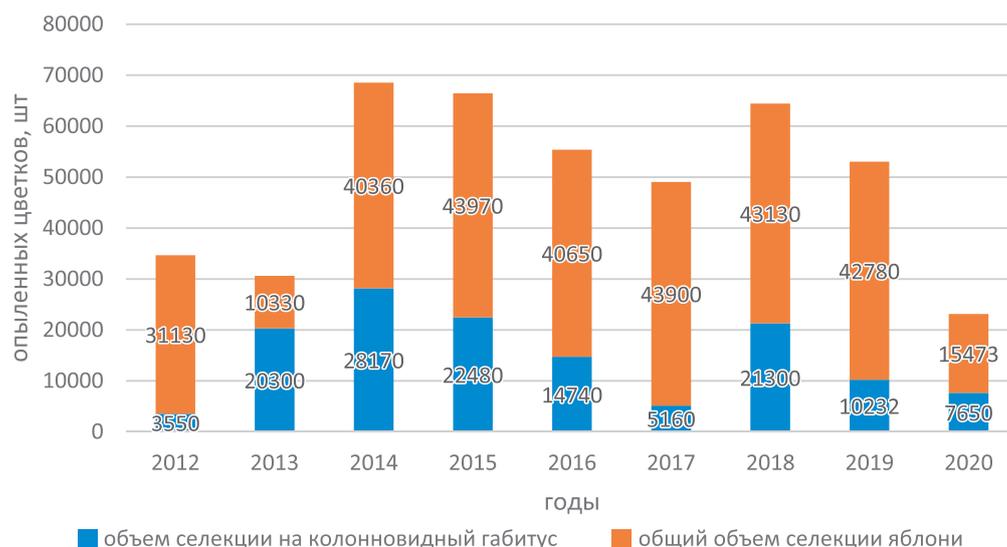


Рис. 1. Объем селекционной работы по яблоне во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур

Fig. 1. The volume of breeding work with apple trees at the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding

вставке 3-17-38 колеблется от 287,0 см у сорта 'Приокское' до 198,9 см у сорта 'Орловская Есения', степень компактности изменяется от 2,1 у сорта 'Гирлянда' до 1,0 у сорта 'Поэзия' (табл. 1). Опираясь на эти данные, все изученные сорта можно отнести к карликовым, так как их высота не превышает 3 м.

характера, оценивается на 4,0 балла. Во время цветения дерево впечатляет своей декоративностью, поэтому данный гибрид перспективен как в селекции на высокую компактность, так и на декоративность.

От свободного опыления гибридной формы 34-34-98, находящейся в массиве колонновидных сортов, были по-

Таблица 1. Биометрические показатели колонновидных сортов и форм яблони, 2021 г.
(год посадки сада – 2014)

Table 1. Biometric indicators of columnar apple-tree cultivars and forms, 2021
(the garden was planted in 2014)

Сорт / гибридная форма	Высота дерева (см)	Длина однолетнего прироста (см)	Длина междоузлия (см)	Степень компактности
Орловская Есения	198,9	44	1,6	2,0
Приокское	287,0	49	1,4	1,4
Поэзия	231,3	31	0,9	1,0
Гирлянда	249,4	56	1,7	2,1
Гибридная форма 34-34-98	220,0	15	0,5	0,4
<i>Среднее значение по сортам</i>	<i>237,3</i>	<i>39</i>	<i>1,2</i>	<i>1,4</i>
<i>НСР_{0,5}</i>		<i>72,3</i>	<i>22,0</i>	<i>1,1</i>

Гибридная форма 34-34-98 [30-23 (12-59 × KB-5) × Болотовское] проявляет уникальный, даже для колонновидной формы яблони, уровень компактности. Степень компактности составляет 0,4, что в четыре раза меньше, чем среднее значение этого показателя у диплоидных колонновидных сортов. Энергия роста у данной формы достаточная для быстрого наращивания кроны. Высота дерева, растущего на собственных корнях, – 220 см, длина однолетнего прироста у плодоносящего дерева – 15 см (см. табл. 1). Плоды мелкие, массой 50–60 г, с зеленой основной окраской и легким румянцем розового цвета на меньшей части плода (рис. 2). Срок созревания плодов осенний. Вкус плодов посредственный, кисло-сладкого

лучены семена. Оценка гибридного потомства показала, что доля растений с колонновидным габитусом составляет 78,2%, что соответствует расщеплению по фенотипу 3 : 1. Средний показатель степени компактности у колонновидных гибридных семян – 1,8. Среднее значение степени компактности у колонновидных сортов селекции ВНИИСПК составляет 1,6; 46% изученных колонновидных семян имеют большую степень компактности, чем сорта, – значение этого показателя колеблется от 0,9 до 1,5. Особенно выделились два семени с наименьшим значением этого показателя 0,9 и 1,0. и высокой оценкой уровня культурности 4 и 5 баллов соответственно (табл. 2).



Рис. 2. Колонновидная гибридная форма яблони 34-34-98 (фото С. А. Корнеевой)

Fig. 2. Columnar apple-tree hybrid form 34-34-98 (photo by S. A. Korneeva)

Таблица 2. Селекционная семья 34-34-98 [30-23 (12-59 × KB-5) × Болотовское] – свободное опыление

Table 2. Breeding family 34-34-98 [30-23 (12-59 × KV-5) × Bolotovskoye] – free pollination

Высота, см	Диаметр штамба, см	Длина междоузлия, см	Степень компактности	Степень культурности, балл
45	0,5	1,2	2,4	2
90	0,5	1,3	2,6	3
140	0,7	1,4	2,0	4
115	0,7	1,1	1,6	3
120	0,3	1,3	4,3	3
100	0,4	1,2	3,0	3
175	0,6	1,8	3,0	3
100	0,4	1,0	2,5	3
100	0,5	1,2	2,4	3
107	0,7	1,2	1,7	5
50	0,4	1,3	3,3	3
110	0,7	1,5	2,2	3
40	0,6	1,2	2,0	3
52	0,3	1,0	3,3	3
135	0,7	1,5	2,2	4
120	0,7	1,3	1,9	3
130	0,7	1,5	2,2	4
115	0,4	1,3	3,3	2
90	0,5	1,8	3,6	3

Таблица 2. Продолжение

Table 2. Continued

Высота, см	Диаметр штамба, см	Длина междоузлия, см	Степень компактности	Степень культурности, балл
130	0,7	1,1	1,6	3
60	0,3	1,4	4,7	2
125	0,8	1,1	1,3	3
100	0,5	1,1	2,1	2
115	0,5	1,3	2,5	3
40	0,5	0,9	1,8	2
40	0,6	0,7	1,2	2
55	0,7	0,7	1,0	3
50	0,3	0,8	2,7	2
96	0,9	1,3	1,4	3
116	0,6	1,4	2,3	4
72	0,6	1,3	2,3	3
70	0,4	1,3	3,1	3
175	0,7	1,8	2,5	4
60	0,6	1,7	2,8	2
105	0,6	1,8	3,0	3
115	0,8	1,1	1,3	3
80	0,7	0,8	1,1	4
109	0,6	1,3	2,1	3
90	0,7	0,9	1,2	2
180	1,0	2,0	2,0	4
133	0,6	1,4	2,4	3
170	0,6	1,4	2,4	3
140	0,7	1,7	2,4	3
166	0,7	1,7	2,4	4
105	0,5	1,0	2,0	3
135	0,6	1,4	2,4	3
195	1,0	1,7	1,7	4
155	0,7	1,0	1,4	4
105	0,5	0,8	1,6	3
140	1,1	2,0	1,8	4
130	0,7	1,0	1,4	3
135	0,5	0,8	1,6	3
135	0,8	0,7	0,9	4
125	0,7	0,8	1,1	4
205	0,8	1,6	2,1	4
137	0,6	0,9	1,5	3
175	0,8	1,3	1,6	4
120	0,7	1,4	2,0	3
80	0,5	2,0	4,0	3

Таблица 2. Окончание

Table 2. The end

Высота, см	Диаметр штамба, см	Длина междоузлия, см	Степень компактности	Степень культурности, балл
140	0,6	1,0	1,7	3
145	1,1	1,1	1,0	5
175	0,8	1,0	1,3	3
100	0,9	1,0	1,1	4
125	0,7	1,0	1,4	3
70	0,5	1,7	3,3	3
135	0,7	1,1	1,6	4
155	0,8	1,1	1,4	5
110	0,6	1,1	1,9	4
85	0,7	0,9	1,3	4
91	0,6	1,3	2,1	3
60	0,8	0,6	0,8	4
75	0,5	0,7	1,4	3
95	0,6	1,0	1,7	3
80	0,5	1,3	2,5	3
117	0,8	1,1	1,4	3
125	0,8	1,3	1,6	3
113	0,6	1,7	2,8	3
130	0,6	2,0	3,3	3
<i>Среднее</i>				
113,7	0,6	1,2		
<i>HCP_{0,5}</i>				
<i>60,4</i>	$F_{\phi} < F_{\Gamma}$	<i>0,5</i>	<i>1,3</i>	-

После проведенного отбора 30 растений колонновидного габитуса перенесено в сад первичного сортоизучения для дальнейших наблюдений и изучения набора хозяйственно ценных признаков и уровня адаптивности. Из них 19 шт. имеют степень культурности 4 балла, 8 шт. – 3 балла и 3 шт. – 5 баллов.

Заключение

В рамках селекционной программы (селекционного направления) по созданию сортов с компактной кроной, пригодных для суперинтенсивных садов, привлечение гибридной формы 34-34-98 в качестве источника высокой компактности является перспективным приемом для получения суперкомпактных колонновидных сортов яблони для интенсивных садов с высокой рентабельностью.

References / Литература

Bai T., Zhu Y., Fernández-Fernández F., Keulemans J., Brown S., Xu K. Fine genetic mapping of the *Co* locus controlling columnar growth habit in apple. *Molecular Genet Genomics*. 2012;287(5):437-450. DOI: 10.1007/s00438-012-0689-5
 Baldi P., Wolters P.J., Komjanc M., Viola R., Velasco R., Salvi S. Genetic and physical characterisation of the locus control-

ling columnar habit in apple (*Malus × domestica* Borkh.). *Molecular Breeding*. 2013;31(2):429-440. DOI: 10.1007/s11032-012-9800-1

Kenis K., Keulemans J. Study of tree architecture of apple (*Malus × domestica* Borkh.) by QTL analysis of growth traits. *Molecular Breeding*. 2007;19(3):193-208. DOI: 10.1007/s11032-006-9022-5

Kichina V.V. Columnar apple trees: All about columnar-type apple trees (Kolonnovidnye yablони. Vse o yablonyakh kolonnovidnogo tipa). Moscow; 2002. [in Russian]. (Кичина В.В. Колонновидные яблони: Все о яблонях колонновидного типа. Москва; 2002).

Kichina V.V. Principles of horticultural plant improvement (Printsipy uluchsheniya sadovykh rasteniy). Moscow; 2011. [in Russian] (Кичина, В.В. Принципы улучшения садовых растений. Москва; 2011).

Korneeva S.A., Sedov E.N., Yanchuk T.V. Evaluation of economically valuable traits of the columnar variety Poesia and the prospects of its use in breeding. *E3S Web of Conferences*. 2021;254:01004. DOI: 10.1051/e3sconf/202125401004

Savelyeva N.N. Biological and genetic features of apple tree and breeding of columnar cultivars immune to scab (Biologicheskiye i geneticheskiye osobennosti yablони i selektsiya immunnykh k parshe i kolonnovidnykh sortov). Michurinsk; 2016. [in Russian]. (Савельева Н.Н. Биологи-

- ческие и генетические особенности яблони и селекция иммунных к парше и колонновидных сортов. Мичуринск; 2016).
- Sedov E.N., Kalinina I.P., Smykov V.K. Apple breeding (Selektsiya yabloni). In: E.N. Sedov (ed.). *Program and methods of fruit, berry and nut crop breeding (Programma i metodika selektsii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur)*. Orel: VNIISPK; 1995. p.159-200. [in Russian] (Седов Е.Н., Калинина И.П., Смыков В.К. Селекция яблони. В кн.: *Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур* / под ред. Е.Н. Седова. Оре́л: ВНИИСПК; 1995. С.159-200).
- Sedov E.N., Korneeva S.A., Yanchuk T.V. The role of domestic breeding in improving the apple assortment in Russia. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2021;(4):17-19. [in Russian]. (Седов Е.Н., Корнеева С.А., Янчук Т.В. Роль отечественной селекции в совершенствовании сортамент яблони в России. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2021;(4):17-19). DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/17-19
- Sedov E.N., Krasova N.G., Zhdanov V.V., Dolmatov E.A., Mozhar N.V. Pome crops (apple, pear, and quince) (Semechkovye kultury [yablonya, grusha, ayva]). In: E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (eds). *Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur)*. Orel: VNIISPK; 1999. p.253-299. [in Russian] (Седов Е.Н., Красова Н.Г., Жданов В.В., Долматов Е.А., Мозар Н.В. Семечковые культуры (яблоня, груша, айва). В кн.: *Программа и методика сорто-*
- изучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур* / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Оре́л: ВНИИСПК; 1999. С.253-299).
- Shidakov R.S., Kanetova N.A., Shidakova A.S., Pshenokov A. Kh. Combination capacity of column-like varieties in apple trees by the nature of crown growth and branching-out. *Vestnik of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2014;(4):21-23. [in Russian] (Шидаков Р.С., Канетова Н.А., Шидакова А.С., Пшеноков А.Х. Комбинационная способность колонновидных сортов яблони по характеру роста и ветвления кроны. *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2014;(4):21-23).
- Talwara S., Grout B.W.W., Toldam-Andersen T.B. Modification of leaf morphology and anatomy as a consequence of columnar architecture in domestic apple (*Malus × domestica* Borkh.) trees. *Scientia Horticulturae*. 2013;164:310-315. DOI: 10.1016/j.scienta.2013.08.025
- Vávra R., Blažek J., Vejl P., Jonáš M. Biennial bearing of apple genotypes with columnar tree growth habit. *Vedecké práce ovocnarské = Scientific Papers of Pomology*. 2015;(24):187-192. [in Czech]
- Vávra R., Vejl P., Blažek J. Growth characteristics of columnar apple tree genotypes. *Acta Horticulturae*. 2021;1307:83-90. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1307.13
- Zhu Y.D., Zhang W., Li G.C., Wang T. Evaluation of inter-simple sequence repeat analysis for marriing the *Co* gene in apple (*Malus pumila* Mill.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2007;82(3):371-376. DOI: 10.1080/14620316.2007.11512245

Информация об авторах

Светлана Александровна Корнеева, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, korneeva@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2772-5311>

Евгений Николаевич Седов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, научный консультант, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530 Россия Орловская область, Орловский район, д. Жилина, sedov@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2067-1894>

Татьяна Владимировна Янчук, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур. 302530 Россия Орловская область, Орловский район, д. Жилина, yanchuk@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4077-7095>

Information about the authors

Svetlana A. Korneeva, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, korneeva@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2772-5311>

Evgeny N. Sedov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Scientific Consultant, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, sedov@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2067-1894>

Tatyana V. Yanchuk, Cand. Sci. (Agriculture), Head of a Laboratory, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina Village, Orlovsky District, Orel Province 302530, Russia, yanchuk@vniispk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4077-7095>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 25.02.2022; одобрена после рецензирования 22.03.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 25.02.2022; approved after reviewing on 22.03.2022; accepted for publication on 03.06.2022.



Улучшение генофонда винограда на основе агробиологической и физиолого-биохимической оценки новых генотипов селекции С. Э. Гусева в нестабильных условиях умеренно континентального климата юга России

В. С. Петров, А. Е. Мишко, Д. М. Цику, А. А. Мarmorштейн

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Россия

Автор, ответственный за переписку: Валерий Семёнович Петров, petrov_53@mail.ru

Актуальность. В современных нестабильных погодных условиях умеренно континентального климата юга России, антропогенной интенсификации производства и увеличения спроса на отечественные сорта винограда возрастает актуальность селекции генотипов с повышенными показателями продуктивности и качества ягод, адаптационного потенциала растений. Нарастание доли современных отечественных сортов столового винограда позволит обновить и улучшить сортимент. Целью настоящего исследования являлась оценка новых гибридных форм винограда по агробиологическим и физиолого-биохимическим характеристикам в центральной агроэкологической зоне Краснодарского края.

Материалы и методы. Агробиологические показатели винограда определяли с использованием современных методов исследований. Среди физиолого-биохимических показателей у исследованных гибридных форм оценивали содержание фотосинтетических пигментов, а также уровень стрессовых параметров при засухе, таких как содержание общей воды в листьях и содержание малонового диальдегида. Искусственную засуху проводили с целью выделения наиболее устойчивых к стрессовому фактору гибридных форм.

Результаты. Выявлено, что наибольшие значения коэффициентов плодоношения и плодоносности за исследованный период характерны для гибридных форм Акелло и Агат Дубовский, максимальной урожайности – для гибридов Тимоти и Агат Дубовский. Генотипы Гамлет, Кишмиш Дубовский, Агат Дубовский и Тимоти существенно превосходили контрольный сорт 'Ливия' по массе грозди. По физиолого-биохимическим параметрам были выделены гибриды Акелло и Агат Дубовский, которые обладали наибольшим содержанием хлорофилла в листьях, а также высоким адаптационным потенциалом, выраженным низким уровнем развития вторичных окислительных процессов при стрессе и наибольшим содержанием каротиноидов.

Заключение. По совокупности показателей установлено, что гибридная форма Агат Дубовский может быть охарактеризована как наиболее перспективная среди исследованных генотипов для выращивания на юге России.

Ключевые слова: масса грозди, урожай, абиотические стрессы, адаптационный потенциал

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/20.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Петров В.С., Мишко А.Е., Цику Д.М., Мarmorштейн А.А. Улучшение генофонда винограда на основе агробиологической и физиолого-биохимической оценки новых генотипов селекции С. Э. Гусева в нестабильных условиях умеренно континентального климата юга России. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022; 183(2):137-148. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-137-148

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-137-148

Improvement of the grapevine gene pool on the basis of agrobiological and physio-biochemical assessment of new genotypes under the unstable moderate continental climate conditions of Southern Russia

Valery S. Petrov, Alisa E. Mishko, Damir M. Tsiku, Anna A. Marmorshtein

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

Corresponding author: Valery S. Petrov, petrov_53@mail.ru

Background. Development of table grape cultivars is currently aimed not only at higher vineyard productivity and grape quality but also at enhancing the adaptive potential of plants under the dynamic change in the climate conditions of Southern Russia. Increasing the share of modern Russian cultivars of table grapes will update and improve the assortment. The aim of this study was to evaluate new Russian hybrid grapevine forms according to their agrobiological, physiological and biochemical characteristics in the central agroecological zone of Krasnodar Territory.

Materials and methods. Agrobiological characters were assessed using modern methods. Among physio-biochemical characters, the content of photosynthetic pigments was measured as well as the level of stress parameters under drought, such as the total water content in leaves and the content of malondialdehyde. Artificial drought was simulated to identify the most stress-resistant hybrid forms.

Results. The highest values of fruitfulness coefficients k_1 and k_2 in the period of research were recorded for the Akello and Agat Dubovsky hybrid forms. Timoti and Agat Dubovsky had the maximum average yield for two years among the hybrid forms. The Gamlet, Kishmish Dubovsky, Agat Dubovsky and Timoti genotypes significantly exceeded the reference cultivar in the bunch weight. The Akello and Agat Dubovsky hybrids were identified for their physio-biochemical parameters: the highest content of chlorophyll in their leaves, high adaptive potential expressed in a low development level of secondary oxidative processes under stress, and the highest content of carotenoids.

Conclusion. The obtained results evidenced that the Agat Dubovsky hybrid form could be identified as the most promising among the studied genotypes for cultivation in Southern Russia.

Keywords: bunch weight, yield, abiotic stresses, adaptive potential

Acknowledgements: this present work was supported by the Kuban Science Foundation within the framework of Scientific Project No. MFI-20.1/20).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Petrov V.S., Mishko A.E., Tsiku D.M., Marmorshtein A.A. Improvement of the grapevine gene pool on the basis of agrobiological and physio-biochemical assessment of new genotypes under the unstable moderate continental climate conditions of Southern Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):137-148. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-137-148

Введение

Основные насаждения российского винограда сосредоточены в нестабильных условиях умеренно континентального климата юга России. Доля генотипов автохтонных и отечественных сортов в насаждениях составляет менее одного процента занимаемых площадей виноградов (Egogov, Petrov, 2020). Из числа столовых сортов винограда для потребления в свежем виде доминируют интродуцированные сорта (Dryagin, Nikolenko, 2017).

Наибольшая доля (около 8 тыс. га) приходится на два межвидовых гибрида – ‘Августин’ и ‘Молдова’, а также на сорта западноевропейской эколого-географической группы – ‘Мускат Гамбургский’ и ‘Мускат Италия’ (Egogov, Petrov, 2020). В сортименте столового винограда на территории России представлены сорта и азиатского происхождения, такие как ‘Карабурну’, ‘Кишмиш белый’, но площадь их насаждений не превышает 200 га. При всех положительных показателях интродуцированные сорта, как правило, характеризуются повышенной восприимчивостью к ряду болезней, часто повреждаются вредителями и обладают низким адаптивным потенциалом к аномальным проявлениям абиотических стрессоров в зимний период и в период вегетации растений (Vanilas et al., 2009). В Краснодарском крае ‘Августин’ неустойчив к антракнозу и листовой форме филлоксеры, ‘Молдова’ – в том числе и к оидиуму, ‘Мускат Гамбургский’ – к оидиуму, милдью и комплексу гнилей, так же как сорт ‘Карабурну’ (Petrov, 2018). Исследования, проведенные в Анапо-Таманской зоне, показали, что у сорта ‘Августин’ сохранность зимующих глазков составляла только 33% при температуре –24°C, у сорта ‘Молдова’ – 0% (Serpukhovitina et al., 2006). К слабозимостойким сортам относится сорт ‘Карабурну’, к наименее зимостойким – ‘Кишмиш белый’. Низкий адаптивный потенциал к биотическим и абиотическим стрессорам сопровождается уменьшением уровня реализации потенциала их хозяйственной продуктивности. Этот показатель у столовых сортов винограда, возделываемых в агроэкологических условиях юга России, неудовлетворительный и составляет в среднем 58% (Petrov, 2016).

В современных условиях возрастает спрос на виноград с привлекательными биометрическими и органолептическими признаками гроздей и ягод, с высоким адаптивным и продукционным потенциалом (Troshin et al., 2021). Для совершенствования сортового состава насаждений винограда в ампелоценозах должны доминировать и применяться сорта отечественной селекции с наследственно обусловленными положительными биологическими и хозяйственно ценными признаками. Использование сортов по месту происхождения повышает агроэкологическую и экономическую устойчивость их насаждений (Il'nickaia et al., 2016).

Также следует отметить, что для южных регионов России одним из лимитирующих абиотических факторов летнего периода является засуха; устойчивость сортов винограда к ней является важным селекционным признаком.

В русле современной тенденции, направленной на повышение доли высокоэффективных отечественных сортов винограда, определена *цель исследований* – агробиологическая и физиолого-биохимическая оценка новых гибридных форм столового винограда для выделения перспективных форм и улучшения отечественного сортиamenta насаждений по критериям агробиологической, продукционной и экологической устойчивости ампелоценозов в нестабильных погодных условиях умерен-

но континентального климата юга России. Такие исследования новых гибридных форм винограда были выполнены впервые.

Материалы и методы

Объектами исследований являются новые гибридные формы винограда столового направления использования селекции С. Э. Гусева, выведенные в условиях континентального климата Поволжья, который является более засушливым в сравнении с умеренно континентальным климатом центральной зоны Краснодарского края. Учитывая данные особенности происхождения новых гибридных форм, следует ожидать проявления их адаптационного потенциала в условиях засухи в насаждениях на территории Краснодарского края. Были исследованы семь гибридных форм: Акелло, Кишмиш Дубовский, Агат Дубовский, Пестрый, Исполин, Гамлет, Тимоти, а также новый сорт ‘Дубовский розовый’. Краткое описание гибридных форм и сорта ‘Дубовский розовый’ приведены в таблице 1. В качестве контрольного сорта был выбран сорт ‘Ливия’. Контрольный и изучаемые генотипы были привиты на подвой СО4. Сорт ‘Ливия’ характеризуется средней устойчивостью к низким температурам, высокой – к заболеваниям (Laskavyi et al., 2015; Likhovskoi et al., 2016; Vasylyk et al., 2020), а также высокой продуктивностью винограда в агроэкологических условиях Краснодарского края (Troshin, 2014).

Исследования проводили в центральной агроэкологической зоне Краснодарского края (подзона № 4) на выщелоченных черноземах (45°15'47" N, 39°11'33" E) в укрывной культуре с капельным орошением. Отбор материала для исследований осуществляли в вегетационный период 2020–2021 гг.

Для агробиологической оценки изучаемых гибридных форм винограда использовали современные методы оценки количества побегов и соцветий, средней массы грозди и урожая ягод винограда (Serpukhovitina, 2010).

Для физиолого-биохимических исследований отбирали по 2–3 листа в средней части лозы винограда текущего прироста в пятикратной повторности для каждого образца в июле и августе. Листья помещали в холодильные переноски и в течение 40–50 минут доставляли в лабораторию для изучения.

Полевые данные выделенных гибридных форм при капельном орошении соответствовали условиям, в которых отсутствует стресс дефицита воды. Поэтому в лабораторных условиях исследовали искусственное влияние стресса путем высушивания листьев при температуре +24...+26°C в закрытых емкостях на фильтровальной бумаге в течение 2 часов. Использование отдельных листьев в экспериментальных условиях осуществляли с целью усиления влияния засухи как одного из основных стрессовых факторов (Gómez-Zeledón et al., 2016).

Физиолого-биохимические изменения хлорофиллов и каротиноидов в листьях винограда оценивали спектрофотометрическим методом (Javadi et al., 2017). Сравнение ответной реакции гибридных форм после воздействия искусственной засухи проводили по содержанию общей воды в листьях и степени повреждения клеточных мембран, которую рассчитывали по содержанию одного из конечных продуктов окисления клеточных мембран – малонового диальдегида. Анализ стрессовых параметров использовали для оценки адаптационного потенциала гибридных форм путем сравнения данных после стресса исследуемых форм винограда в соответствии с работой

Таблица 1. Краткое описание гибридных форм винограда
Table 1. Brief description of hybrid grapevine forms

Сорт, гибридная форма / Cultivar, hybrid forms	Родительские формы / Parent forms	Сила роста / Growth strength	Размер грозди / Bunch size	Ягода / Berry			Устойчивость / Resistance		Продолжительность вегетации, дни / Growing season, days
				форма / shape	цвет / color	масса, г / weight, g	к морозу / to frost	к болезням, балл / to diseases, score	
Агат Дубовский	Талисман × Кубань	сильнорослый	очень крупные	яйцевидная	фиолетово-черная	12–14	до –24°С	3,0–3,5	142
Акелло	Восторг × Кодрянка	среднерослый	крупные	удлиненная, заостренная	красно-малиновая	10–12	до –24°С	3,0–3,5	142
Гамлет	Восторг Красный × Тайсон	сильнорослый	очень крупные	яйцевидная	розовая	14	низкая, требуется укрывание	3,0–3,5	145
Дубовский розовый	Восторг Красный × Юбилей Новочеркасска	сильнорослый	крупные	удлиненная, заостренная	розовая, красно-малиновая	12–15	до –24°С	3,0	137
Исполин	Фламинго × Рошфор	сильнорослый	крупные	овально-яйцевидная	ярко розовая	13–14	до –24°С	3,0	145
Кишмиш Дубовский	Нимранг × Кишмиш Лучистый	сильнорослый	крупные	овальная	светло-розовая	5–7	до –24°С	3,0	148
Пестрый	Талисман × Кишмиш Лучистый	среднерослый	средние	яйцевидная	розовая	7–8	низкая, требуется укрывание	2,0	137
Тимоги	Талисман × Кодрянка	сильнорослый	крупные	овальная	темно-фиолетовый	13–15	до –24°С	3,5–4,0	142

J. Bota et al. (2016). В данной работе исследователи проводили сравнение показателей водного режима в листьях разных сортов винограда в условиях водного дефицита.

Общее содержание воды рассчитывали общепринятым способом (Al Juhaimi et al., 2019). Концентрацию малонового диальдегида оценивали колориметрическим методом по реакции с тиобарбитуровой кислотой (Raduykina et al., 2012). Данные представлены в виде средних значений и их ошибки. Исследования выполнены в 2-3-кратной повторности. Для выявления статистически значимых различий по анализируемым физиолого-биохимическим параметрам между гибридными формами и сортами использовали сравнительный тест Тьюки с уровнем значимости 0,05.

Результаты

Агробиологические и физиолого-биохимические особенности новых генотипов винограда установлены в нестабильных условиях умеренно континентального климата юга России. Климат на участке исследований умеренно континентальный. Среднегодовая температура воздуха, по данным периода 1991–2020 гг., составляет +12,7°C, периода с апреля по сентябрь – +20,2°C. Средняя летняя температура – +23,9°C. Абсолютный минимум температур воздуха за последние шестьдесят лет – –28,9°C, абсолютный максимум – +40,7°C. Годовая сумма атмосферных осадков составляет 729 мм, за период вегетации с апреля по сентябрь – 350 мм, за лето – 184 мм (Petrov et al., 2020). Условия в 2020 году в целом были теплее и суше, чем в среднем за последние тридцать лет. Среднегодовая температура воздуха была +13,3°C, сумма атмосферных осадков – 573 мм.

В период вегетации с апреля по сентябрь средняя температура воздуха была ниже нормы на 0,2°C и составила +20,0°C из-за прохладных апреля, мая и августа при жарких июне, июле и сентябре. Средняя температура воздуха за лето была выше нормы на 0,1°C и составила +24,0°C. Более половины лета температура воздуха поднималась выше +30°C. Несмотря на то что сумма атмосферных осадков за апрель – сентябрь была близка к норме (361 мм), две трети пришлось на последние декады мая, июля и первую декаду сентября в форме ливневых осадков. Следующий 2021 г. был холоднее и более влажным, чем за последние тридцать лет. Средняя годовая температура воздуха составила +12,5°C, сумма атмосферных осадков за год – 850 мм. Период с конца вынужденного покоя и до начала вегетации (II декада февраля – II декада июня) был холоднее, чем обычно, поэтому начало фенологических фаз сдвинулось на 10 дней в более поздние сроки по сравнению с 2020 г. Хотя средняя температура воздуха за апрель – сентябрь была такая же, как и в 2020 г., лето было жарче нормы на 0,6°C и температура составила +24,5°C. Сумма атмосферных осадков за апрель – сентябрь была 443 мм, летом – 204 мм, что выше нормы на 26,5 и 10,9% соответственно.

В этих агроэкологических условиях наибольшим количеством плодоносных побегов выделились гибриды Гамлет, Агат Дубовский, Тимоти и Акелло. Благоприятные экологические условия способствовали закладке и формированию соцветий винограда. Наибольшее количество развитых соцветий было у гибридных форм Агат Дубовский, Акелло, Тимоти и Исполин (табл. 2). По этому показателю они превосходили контрольный сорт 'Ливия' в 1,9–2,4 раза. Одними из важнейших показателей продуктивности винограда являются коэффициенты

плодоношения (k_1) и плодоносности (k_2). По коэффициентам k_1 и k_2 в условиях Краснодарского края выделились гибриды Акелло, Агат Дубовский, Тимоти и Исполин (см. табл. 2). Для потребителя наиболее привлекательна гроздь винограда массой более 500 г. Наибольшей средней массой грозди выделились гибриды Гамлет (760 г), Кишмиш Дубовский (655 г) и Агат Дубовский (602 г) (табл. 3). Наибольшая урожайность винограда была у гибридных форм Тимоти и Агат Дубовский – на 20,4 и 2,7% больше, чем у контрольного сорта 'Ливия' (см. табл. 3). По накоплению сахаров большая часть испытываемых форм превосходили контроль. Лидерами были гибридные формы Пестрый, Исполин и Агат Дубовский. По совокупности наиболее ценных биологических признаков выделены формы: Агат Дубовский и Тимоти.

Анализ данных по содержанию хлорофилла в листьях винограда показал, что в июле 2020 г. значимых различий между гибридами не обнаружено и сумма хлорофиллов a и b в среднем составляла 5,3 мг г⁻¹ сухого вещества (рис. 1). В июле 2021 г. с наибольшими показателями были выделены две формы Агат Дубовский, Кишмиш Дубовский и сорт 'Дубовский розовый', концентрация исследуемых пигментов которых варьировала в диапазоне 4,9–5,1 мг г⁻¹ сухого вещества. В августе 2020 г. высокое содержание хлорофилла в листьях было отмечено у гибридных форм Акелло и Исполин (6,1 и 5,8 мг г⁻¹ сухого вещества соответственно), а в 2021 г. – у гибрида Кишмиш Дубовский (5,2 мг г⁻¹ сухого вещества). Следует отметить, что к окончанию летнего периода максимальные значения 2020 г. превосходили показатели 2021 г. на 15%.

Содержание каротиноидов в листьях винограда в среднем в июле 2020 и 2021 г. достоверно не различалось между исследованными сортами и гибридными формами, несмотря на максимальный показатель у гибридной формы Гамлет, равный 2,1 мг г⁻¹ (рис. 2). В июле 2020 г. этот параметр в среднем составил 1,4 мг г⁻¹, в июле 2021 г. – 1,0 мг г⁻¹ сухого вещества. В августе были выявлены максимальные значения у гибрида Акелло в 2020 г. (1,4 мг г⁻¹ сухого вещества) и у гибридов Агат Дубовский и Кишмиш Дубовский в 2021 г. – 1,1 и 1,6 мг г⁻¹ сухого вещества.

С целью увеличения негативного воздействия засухи и выявления наиболее устойчивых к ней гибридных форм винограда были проведены экспериментальные исследования, где в качестве маркерных показателей использовали общее содержание воды и уровень малонового диальдегида в листьях.

По содержанию общей воды в листьях винограда после искусственной засухи было выявлено, что в июле за 2020 г. достоверно большие значения имели гибридные формы Гамлет, Исполин и сорт 'Дубовский розовый', равные 71,8, 72,4 и 73,4% соответственно (рис. 3). В 2021 г. были выделены сорт 'Дубовский розовый' и гибриды Исполин и Кишмиш Дубовский, содержание общей воды в листьях которых составило 75,0; 74,6 и 74,2% соответственно. По окончании летнего периода данный параметр за 2020 г. имел максимальные значения у гибридных форм Агат Дубовский, Акелло и сорта 'Дубовский розовый' в диапазоне от 70,0 до 71,2%. В 2021 г. в среднем для всех исследуемых растений винограда он был равен 67,8%.

Маркер окислительного стресса после воздействия искусственной засухи – малоновый диальдегид – в июле 2020 г. в наименьших концентрациях был обнаружен у гибридной формы Исполин (0,23 мМоль г⁻¹ сырого вещества), а в 2021 г. у сорта 'Дубовский розовый' (0,15 мМоль г⁻¹ сырого вещества; рис. 4). В августе

Таблица 2. Агробиологические показатели гибридных форм винограда, Краснодарский край
 Table 2. Agrobiological indicators of hybrid grapevine forms, Krasnodar Territory

Сорт, гибридная форма / Cultivar, hybrid form	Число побегов, шт./куст / Number of shoots per bush				Число соцветий, шт./куст / Number of inflorescences per bush			Коэффициент плодородности / Fruitfulness coefficient k1			Коэффициент плодородности / Fruitfulness coefficient k2				
	всего / total		плодоносных / fruit-bearing		2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021		
	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021		
Ливия (контроль)	17	19	18	16	15	16	16	16	16	0,94	0,84	0,89	1,00	1,07	1,04
Исполин	31	32	32	26	26	26	25	31	37	0,84	1,16	1,00	0,96	1,42	1,19
Тимоги	30	37	34	26	30	28	31	38	34	1,03	1,03	1,03	1,19	1,27	1,23
Кишимш Дубовский	26	26	26	19	22	21	16	22	19	0,62	0,85	0,74	0,84	1,00	0,92
Пестрый	8	26	17	8	21	14	6	24	15	0,75	0,92	0,84	0,75	1,14	0,95
Дубовский розовый	17	18	18	16	16	16	5	17	11	0,29	0,94	0,62	0,31	1,06	0,69
Агат Дубовский	39	32	36	30	29	30	36	42	39	0,92	1,31	1,12	1,20	1,45	1,33
Гамлет	38	28	33	35	25	30	24	22	23	0,63	0,79	0,71	0,69	0,88	0,79
Акелло	33	35	34	28	29	28	38	40	39	1,15	1,14	1,15	1,36	1,38	1,37
НСР₀₅ / LSD₀₅							2,68	1,65							

Таблица 3. Продуктивность гибридных форм винограда в агроэкологических условиях Краснодарского края
 Table 3. Productivity of hybrid grapevine forms under the agroecological conditions of Krasnodar Territory

Сорт, гибридная форма / Cultivar, hybrid form	Средняя масса грозди, г / Average bunch weight, g			Средняя масса урожая, кг / куст / Average yield weight, kg/ bush			Урожайность, т /га / Yield, kg/ha			Сахар, г /дм ³ / Sugar content, g/dm ³			Глюкоацидо-метрический показатель (ГАП) / Glucoacidometric index (GAI)		
	2020	2021	2020- 2021	2020	2021	2020- 2021	2020	2021	2020- 2021	2020	2021	2020- 2021	2020	2021	2020- 2021
	Ливия (контроль)	580	590	585	9,2	8,8	9,0	18,5	18,6	18,6	9,5	9,9	9,7	3,12	3,33
Исполин	550	580	565	13,7	15,0	14,3	13,3	13,2	13,2	15,9	15,6	15,7	2,04	2,21	2,12
Тимоги	459	683	571	14,2	20,4	17,3	16,3	28,5	22,4	13	13,2	13,1	2,95	2,93	2,94
Кишмиш Дубовский	640	670	655	10,2	14,7	12,4	8,4	11,1	9,7	14,8	14,3	14,5	3,52	3,55	3,53
Пестрый	320	250	285	1,9	9,4	5,6	8,8	11,7	10,2	22,5	11,3	16,9	7,03	2,76	4,89
Дубовский розовый	470	460	465	2,3	7,3	4,8	5,3	6,2	5,7	9,8	10,1	9,9	1,05	1,02	1,03
Агат Дубовский	550	653	602	19,8	18,9	19,4	18,6	19,6	19,1	17,2	14	15,6	1,51	1,79	1,65
Гамлет	585	935	760	14,0	23,3	18,6	12,1	10,1	11,1	13,5	10,6	12	2,87	2,72	2,79
Акелло	460	478	469	17,4	13,8	15,6	13,1	13,8	13,4	11,9	11,4	11,6	3,63	3,80	3,71
НСР₀₅ / LSD₀₅	7,48	10,68		1,92	1,75		1,57	1,97							

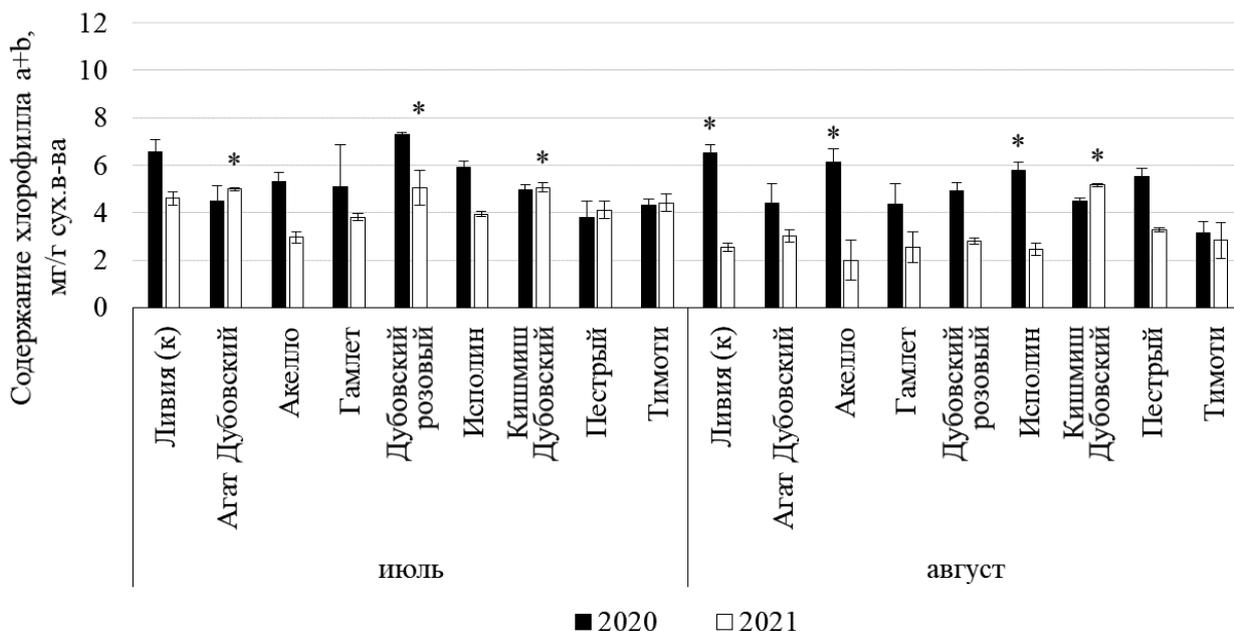


Рис. 1. Содержание хлорофилла в листьях винограда
(достоверно наибольшие показатели ($p < 0,05$) отмечены «*»)

Fig. 1. Chlorophyll content in grapevine leaves
(the highest statistically significant values ($p < 0.05$) are marked with *)

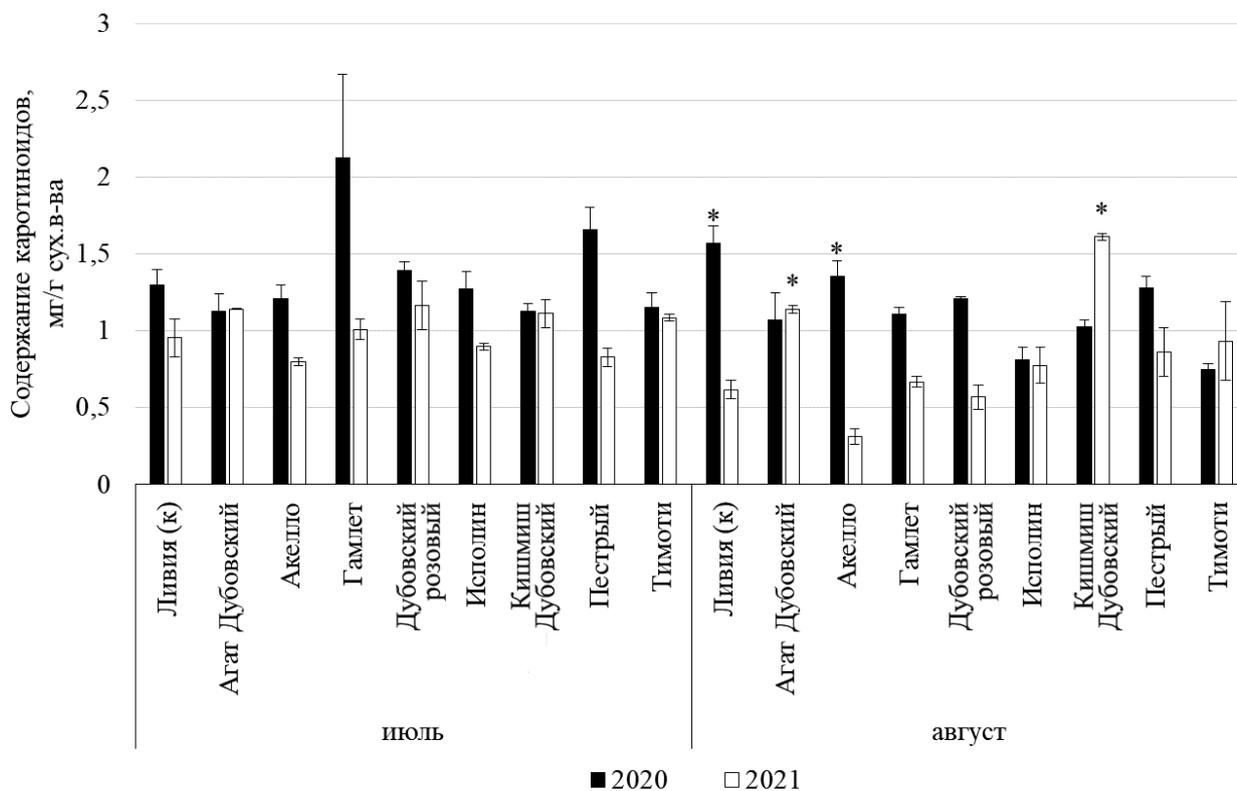


Рис. 2. Содержание каротиноидов в листьях винограда
(достоверно наибольшие показатели ($p < 0,05$) отмечены «*»)

Fig. 2. Carotenoid content in grapevine leaves
(the highest statistically significant values ($p < 0.05$) are marked with *)

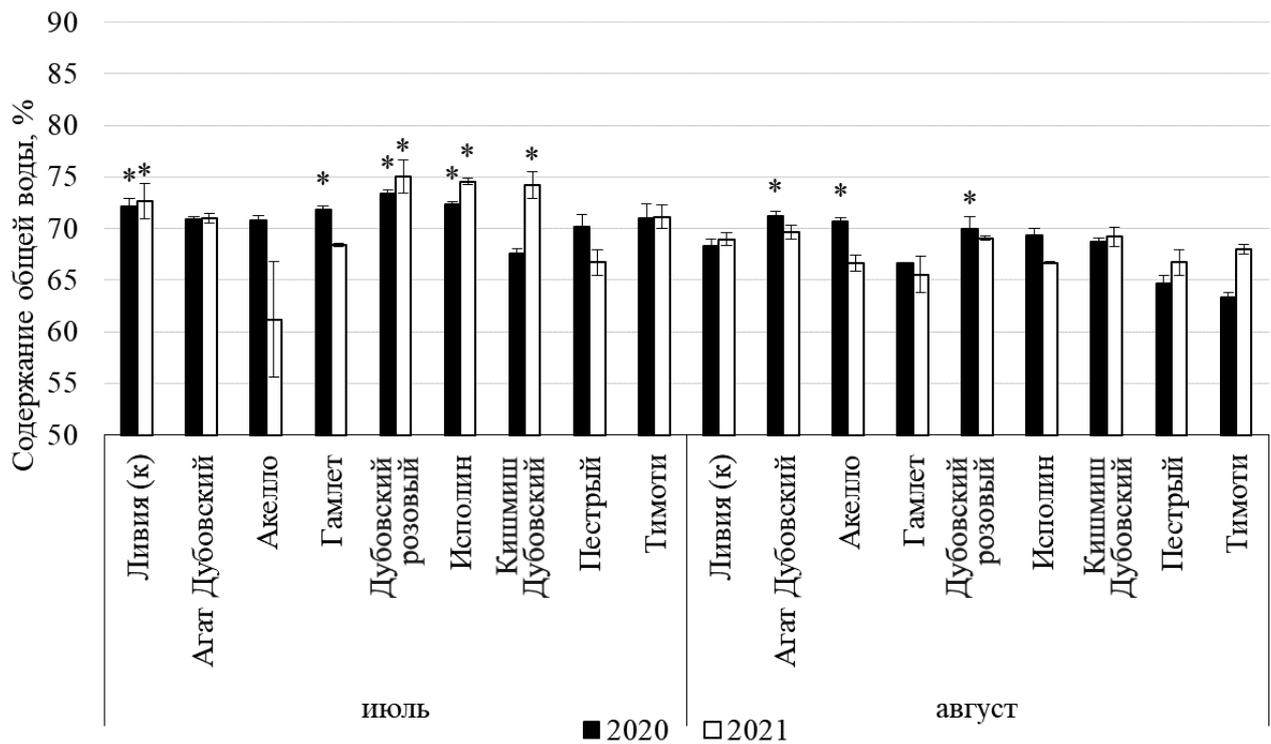


Рис. 3. Содержание общей воды в листьях винограда после воздействия искусственной засухи (достоверно наибольшие показатели ($p < 0,05$) отмечены «*»)

Fig. 3. Total water content in grapevine leaves under simulated drought conditions (the highest statistically significant values ($p < 0.05$) are marked with *)

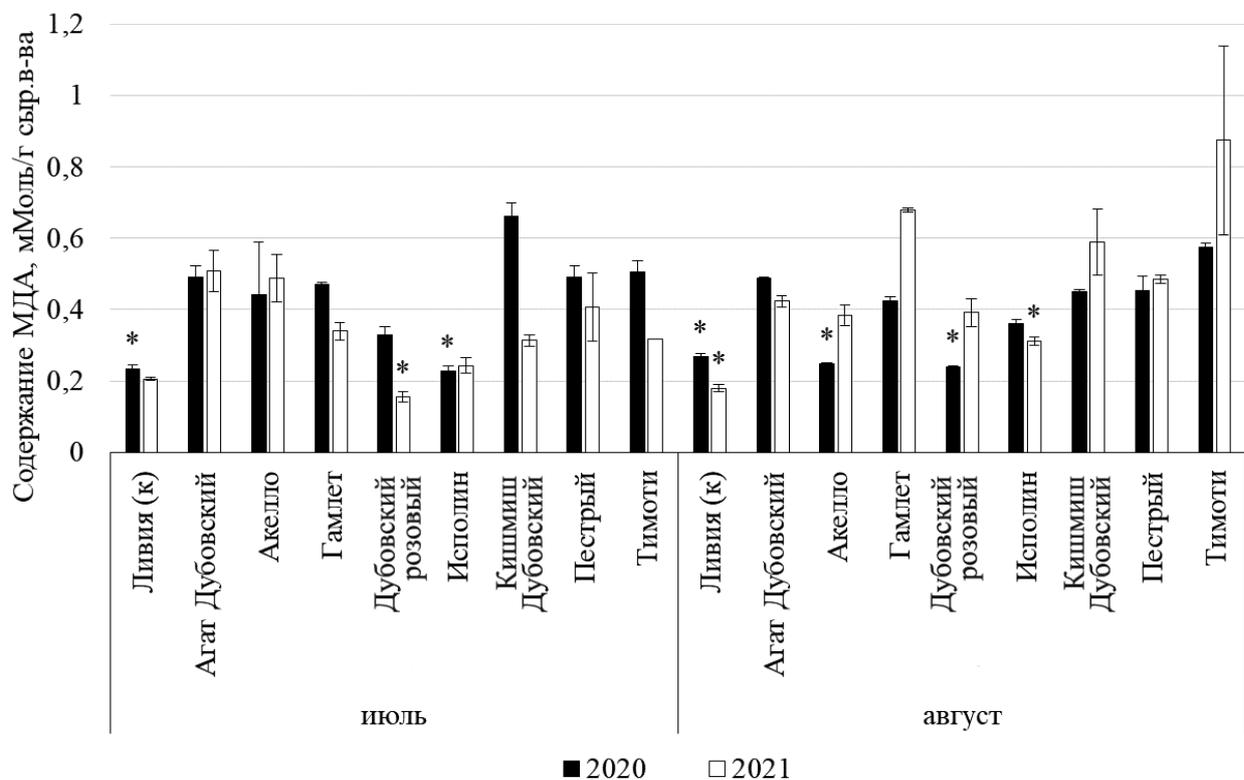


Рис. 4. Содержание малонового диальдегида в листьях винограда после воздействия искусственной засухи (достоверно наибольшие показатели ($p < 0,05$) отмечены «*»)

Fig. 4. Malondialdehyde content in grapevine leaves under simulated drought conditions (the highest statistically significant values ($p < 0.05$) are marked with *)

2020 г. по данному параметру минимальные показатели были характерны для гибрида Акелло и сорта 'Дубовский розовый', а за 2021 г. – для гибрида Исполин. Значения концентраций были равны 0,25, 0,24 и 0,31 мМоль г⁻¹ сырого вещества соответственно.

Обсуждение результатов

Суммируя полученные экспериментальные данные, можно заключить, что за исследованный период были выявлены различные проявления агробиологического и физиологического состояния растений винограда.

Выявлен различный биологический потенциал изучаемых новых гибридных форм винограда с наследственно обусловленными положительными биологическими и хозяйственно ценными признаками. Генотипы Гамлет, Кишмиш Дубовский, Агат Дубовский, Тимоти с высоким продукционным потенциалом существенно превосходили контрольный сорт 'Ливия' по массе грозди и урожайности, что является основанием для улучшения сортимента винограда. Важным условием практического использования новых гибридов винограда является их высокий адаптивный потенциал в нестабильных погодных условиях умеренно континентального климата.

В наиболее неблагоприятные месяцы (июль и август), когда высокие температуры воздуха в полевых условиях усиливают развитие окислительных процессов в листьях винограда, у более устойчивых растений происходит активация защитных механизмов, тормозящих процессы окисления в клетках (Sucu et al., 2018). Высоким адаптационным потенциалом обладали гибридные формы Акелло, Агат Дубовский, Исполин и сорт 'Дубовский розовый'. Выделенные растения характеризовались высоким содержанием пигментов, превышающим показатели контрольного сорта 'Ливия'. После искусственного высушивания листьев у этих генотипов винограда стрессовые параметры соответствовали уровню низкого развития вторичного окисления клеточных структур, что было подтверждено низкими концентрациями малонового диальдегида на фоне достаточно высокого содержания воды. Данные показатели гибридных форм являются проявлением адаптивных способностей к негативному воздействию, комбинированных с исходным высоким уровнем фотосинтеза (Carvalho, Amancio, 2019). Также у гибридов Акелло, Агат Дубовский и Кишмиш Дубовский в августе были получены высокие значения содержания каротиноидов, выполняющих защитные функции при стрессовых воздействиях (Sucu et al., 2018).

Заключение

Полученные результаты исследований являются основанием для выделения перспективных гибридных форм с целью более глубокого изучения и улучшения генофонда винограда, улучшения отечественного сортимента столовых сортов по совокупности положительных агробиологических и физиолого-биохимических признаков. Гибридная форма Агат Дубовский обладает высоким продукционным потенциалом и, согласно проведенной физиолого-биохимической оценке, проявила себя в условиях водного стресса как более устойчивая форма, что имеет большое значение для сортового состава виноградников при отсутствии в них систем искусственного орошения.

References / Литература

- Al Juhaimi F., Uslu N., Özcan M.M., Gulcu M., Ahmed I.A., Alqah H.A.S. et al. Effect of fermentation on antioxidant activity and phenolic compounds of the leaves of five grape varieties. *Journal Food Processing and Preservation*. 2019;43(7):e13979. DOI: 10.1111/jfpp.13979
- Banilas G., Korkas E., Kaldis P., Hatzopoulos P. Olive and grapevine biodiversity in Greece and Cyprus – A review. In: E. Lichtfouse (ed.). *Climate Change, Intercropping, Pest Control and Beneficial Microorganisms*. Berlin: Springer; 2009. p.401-428. DOI: 10.1007/978-90-481-2716-0_14
- Bota J., Tomas M., Flexas J., Medrano H., Escalona J.M. Differences among grapevine cultivars in their stomatal behavior and water use efficiency under progressive water stress. *Agricultural Water Management*. 2016;164(Pt 1):91-99. DOI: 10.1016/j.agwat.2015.07.016
- Carvalho L.C., Amancio S. Cutting the Gordian Knot of abiotic stress in grapevine: From the test tube to climate change adaptation. *Physiologia Plantarum*. 2019;165(2):330-342. DOI: 10.1111/ppl.12857
- Dryagin V.B., Nikolenko A.A. The current state of winemaking in the Russian Federation. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2017;(1):28-30. [in Russian] (Дрягин В.Б., Николенько А.А. Состояние виноградарства Российской Федерации. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2017;(1):28-30).
- Egorov E.A., Petrov V.S. Variety policy in the modern viticulture of Russia. *Viticulture and Winemaking*. 2020;49:147-151. [in Russian] (Егоров Е.А., Петров В.С. Сортовая политика в современном виноградарстве России. *Виноградарство и виноделие*. 2020;49:147-151).
- Gómez-Zeledón J.G., Kaiser M., Spring O. An extended leaf disc test for virulence assessment in *Plasmopara viticola* and detection of downy mildew resistance in *Vitis*. *Plant Pathology and Microbiology*. 2016;7:353. DOI: 10.4172/2157-7471.1000353
- Il'nickaja E.T., Petrov V.S., Nud'ga T.A., Lar'kina M.D., Nikulushkina G.E. Improvement of assortment and grapes breeding methods for unstable climatic conditions of South of Russia. *Winemaking and Viticulture*. 2016;(4):36-41. [in Russian] (Ильницкая Е.Т., Петров В.С., Нудьга Т.А., Ларькина М.Д., Никулушкина Г.Е. Совершенствование сортимента и методов селекции винограда для нестабильных климатических условий юга России. *Виноделие и виноградарство*. 2016;(4):36-41).
- Javadi T., Rohollahi D., Ghaderi N., Nazari F. Mitigating the adverse effects of drought stress on the morpho-physiological traits and anti-oxidative enzyme activities of *Prunus avium* through β -amino butyric acid drenching. *Scientia Horticulturae*. 2017;218:156-163. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.02.019
- Laskavyi V.N., Kuzmenko E.R., Getman N.G. The agrobiological aspects of the early table grape varieties in the Zaporozhye region. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;(3):70-71. [in Russian] (Ласкавый В.Н., Кузьменко Е.Р., Гетьман Н.Г. Агробиологическая характеристика ранних столовых сортов винограда в Запорожской области. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2015;(3):70-71).
- Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Oleinikov N.P., Vasylyk I.A. Inheritance of oidium resistance during breeding of table grape varieties. *Russkiy vinograd = Russian Grapes*. 2016;3:30-37. [in Russian] (Лиховской В.В., Волынкин В.А., Олейников Н.П., Васылык И.А. Наследование устойчивости

- к оидиуму при выведении столовых сортов винограда. *Русский виноград*. 2016;3:30-37).
- Petrov V.S. (ed.). Анапа ampelographic collection (biological plant resources) [Анапская ампелографическая коллекция [biologicheskkiye rastitelnye resursy]]. Krasnodar; 2018. [in Russian] [Анапская ампелографическая коллекция (биологические растительные ресурсы) / под ред. В.С. Петрова. Краснодар; 2018).
- Petrov V.S. Potential of economic productivity of grapes and its realization in a temperate continental climate in the South of Russia. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2016;(1):20-22. [in Russian] (Петров В.С. Потенциал хозяйственной продуктивности винограда, его реализация в условиях умеренно континентального климата юга России. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2016;(1):20-22).
- Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorshstein A.A. Agricultural zoning for optimized variety placement, sustainable viticulture and quality winemaking (Agroekologicheskoye zonirovaniye territorii dlya optimizatsii razmeshcheniya sortov, ustoychivogo vinogradarstva i kachestvennogo vinodeliya). Krasnodar; 2020. [in Russian]. (Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия. Краснодар; 2020).
- Radyukina N.L., Ivanov YU.V., Shevyakova N.I. Methods for assessing the content of reactive oxygen species, low molecular weight antioxidants and the activities of the main antioxidant enzymes (Metody otsenki soderzhaniya aktivnykh form kisloroda, nizkomolekulyarnykh antioksidantov i aktivnostey osnovnykh antioksidantnykh fermentov). In: VI.V. Kuznetsov, V.V. Kuznetsov, G.A. Romanov (eds). *Molecular genetic and biochemical methods in modern plant biology (Molekulyarno-geneticheskiye i biokhimicheskiye metody v sovremennoy biologii rasteniy)*. Moscow: BINOM; 2012. p.347-365. [in Russian] (Радюкина Н.Л., Иванов Ю.В., Шевякова Н.И. Методы оценки содержания активных форм кислорода, низкомолекулярных антиоксидантов и активностей основных антиоксидантных ферментов. В кн.: *Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений* / под ред. Вл.В. Кузнецова, В.В. Кузнецова, Г.А. Романова. Москва: БИНОМ; 2012. С.347-365).
- Serpukhovitina K.A. (ed.). Methodological and analytical support for the organization and conduct of research on the technology of grape production (Metodicheskoye i analiticheskoye obespecheniye organizatsii i provedeniya issledovaniy po tehnologii proizvodstva vinograda). Krasnodar; 2010. [in Russian] (Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда / под ред. К.А. Серпуховитиной. Краснодар; 2010).
- Serpukhovitina K.A., Petrov V.S., Nud'ga T.A., Ulitin V.O., Pavlyukova T.P., Talash A.I. et al. Adaptive potential of grapes under stressful conditions of low temperatures in the winter period (Adaptivnyy potentsial vinograda v stressovykh usloviyakh nizkikh temperatur zimnego perioda). *Horticulture and Viticulture*. 2006;(4):28-31. [in Russian] (Серпуховитина К.А., Петров В.С., Нудьга Т.А., Улитин В.О., Павлюкова Т.П., Талаш А.И. и др. Адаптивный потенциал винограда в стрессовых условиях низких температур зимнего периода. *Садоводство и виноградарство*. 2006;4:28-31).
- Sucu S., Yağci A., Yildirim K. Changes in morphological, physiological traits and enzyme activity of grafted and ungrafted grapevine rootstocks under drought stress. *Erwerbs-Obstbau*. 2018;60(1):127-136. DOI: 10.1007/s10341-017-0345-7
- Troshin L.P. Modernization of assortment of table grapes for farmers and croft viticulture. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2014;(95):541-565. [in Russian] (Трошин Л.П. Модернизация столового сортимента для фермерского и приусадебного виноградарства. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2014;(95):541-565).
- Troshin L.P., Kravchenko R.V., Matuzok N.V., Kufanova R.N. Improvement of the assortment to optimize grape production technology in the Анапа-Таман zone. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021;23(2):120-124. [in Russian] (Трошин Л.П., Кравченко Р.В., Матузок Н.В., Куфанова Р.Н. Совершенствование сортимента для оптимизации технологии производства винограда в Анапа-Таманской зоне. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2021;23(2):120-124). DOI: 10.35547/IM.2021.23.2.003
- Vasylyk I.A., Likhovskoi V.V., Zarmayev A.A., Zlenko V.A., Rybachenko N.A. Diagnostics of frost resistance of grape varieties in the conditions of stress modeling. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(2):105-110. [in Russian] (Васылык И.А., Лиховской В.В., Зармаев А.А., Зленко В.А., Рыбаченко Н.А. Диагностика морозоустойчивости сортов винограда при моделировании стресса. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2020;22(2):105-110). DOI: 10.35547/IM.2020.17.22.004

Информация об авторах

Валерий Семёнович Петров, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, petrov_53@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0856-7450>

Алиса Евгеньевна Мишко, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, mishko-alisa@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8425-5216>

Дамир Муратович Цику, аспирант, младший научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, mr.tsiku@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6464-1673>

Анна Александровна Марморштейн, аспирант, младший научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, am342@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6256-4886>

Information about the authors

Valery S. Petrov, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, petrov_53@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0856-7450>

Alisa E. Mishko, Cand. Sci. (Biology), Researcher, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, mishko-alisa@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8425-5216>

Damir M. Tsiku, Postgraduate Student, Junior Researcher, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, mr.tsiku@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6464-1673>

Anna A. Marmorshtein, Postgraduate Student, Junior Researcher, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, am342@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6256-4886>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.02.2022; одобрена после рецензирования 19.05.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 16.02.2022; approved after reviewing on 19.05.2022; accepted for publication on 03.06.2022.

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Original article

UDC 634.334

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-149-158

**Symptomological identification of Citrus Psorosis Virus (CPsV) in citrus orchards of Northern Cyprus****Turgut Alas, Akın Akın, İbrahim Kahramanoğlu***European University of Lefke, Gemikonagi, Northern Cyprus***Corresponding author:** Turgut Alas, talas@eul.edu.tr

This study was conducted to perform symptomological identification of Citrus Psorosis Virus (CPsV) in Northern Cyprus. This is the oldest known citrus virus disease, which causes huge decrease in citrus fruits' quality. The first symptoms of the disease were found in Florida and California in the 1890s. The most important and well known symptoms of CPsV are dehiscence and spalling of the trunk and branches of old trees. Chlorotic spotting and ringspot may also be caused on the leaves of infected young trees.

There were reports not to kill the infected trees in the Mediterranean basin and America, but the disease leads to an important reduction in yield and fruit quality in time. Recent available verbal information among the farmers in Northern Cyprus claims that there is an increase in the symptoms of chlorotic spotting on leaves and spalling on tree trunks, which are thought to be caused by CPsV. Grafting is a common management technique on citrus trees in Northern Cyprus, where most of the varieties have been grafted on sour orange; and grafting is among the major ways of transmitting this virus, together with other mechanical practices.

The results of the present study showed that the virus disease in different citrus species and varieties of Northern Cyprus are mostly symptomatic. In the current work, citrus orchards which showed disease symptoms were all recorded and a detailed database was prepared for future molecular analyses. Thus, it is revealed that further molecular studies should be carried in order to perform a scientific investigation into the presence of this virus disease in Northern Cyprus and prove it molecularly.

Keywords: lemon, virus, observation, citrus, bark spalling**Acknowledgements:** the authors would like to extend their thanks to the farmers and citrus producers for their valuable help in sampling and observing the materials.

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Alas T., Akın A., Kahramanoğlu İ. Symptomological identification of Citrus Psorosis Virus (CPsV) in citrus orchards of Northern Cyprus. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):149-158. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-149-158

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Научная статья

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-149-158

Симптоматическая идентификация вируса псороза цитрусовых (CPsV) в цитрусовых садах Северного Кипра

Т. Алас, А. Акын, И. Кахраманоглу

Европейский университет Лефке, Гемиконаги, Северный Кипр

Автор, ответственный за переписку: Тургут Алас, talas@eul.edu.tr

Цель исследования – проведение симптоматической идентификации вируса псороза цитрусовых (CPsV) на Северном Кипре. Это старейшее известное вирусное заболевание цитрусовых, которое вызывает значительное снижение качества цитрусовых плодов. Симптомы впервые были обнаружены во Флориде и Калифорнии в 1890-х годах. Наиболее важными и хорошо известными симптомами CPsV являются расщепление и отслоение коры на стволах и ветвях старых деревьев. На листьях зараженных молодых деревьев также могут появляться хлоротические пятна и кольцевые пятна.

В отчетах сообщалось, что не следует уничтожать зараженные деревья в Средиземноморском бассейне и Америке, но со временем болезнь приводит к значительному снижению урожайности и качества плодов. По последним сведениям, полученным от фермеров Северного Кипра, наблюдается увеличение симптомов хлоротических пятен на листьях и сколов на стволах деревьев, которые, как полагают, вызваны CPsV. Прививка является обычным агроприемом для цитрусовых деревьев на Северном Кипре, где большинство сортов были привиты на кислый апельсин; и прививка является одним из основных способов передачи этого вируса, наряду с другими механическими методами.

Результаты настоящего исследования показали, что вирусное заболевание у различных видов и сортов цитрусовых Северного Кипра в основном носит симптоматический характер. В ходе текущей работы все цитрусовые сады, где были выявлены симптомы заболевания, регистрировали и подготовили подробную базу данных для будущих молекулярных анализов. Таким образом, выявлено, что необходимо провести дальнейшие молекулярные исследования для изучения наличия этого вирусного заболевания на Северном Кипре и доказать это молекулярными методами.

Ключевые слова: лимон, вирус, обследование, цитрусовые, откалывание коры

Благодарности: авторы хотели бы выразить свою благодарность фермерам и производителям продукции цитрусовых за их ценную помощь в процессе отбора и оценки материала.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Алас Т., Акын А., Кахраманоглу И. Симптоматическая идентификация вируса псороза цитрусовых (CPsV) в цитрусовых садах Северного Кипра. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):149-158. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-149-158

Introduction

Citrus species are among the most widely produced and consumed fruit crops throughout the world. Citrus fruits are highly appreciated by consumers, especially due to their rich diversity of phytochemicals and high vitamin C (ascorbic acid) content. These are the important reasons which rapidly increased the demand for these fruits in the world markets. In this study, symptomological observation of Citrus Psorosis Virus (CPsV) was carried out. This pathogen was for the first time identified in the 1890s and was called psorosis. Bark spalling was the first characteristic symptom of this pathogen (Martín et al. 2002). There are differences in the degree of infection between countries, especially in the Mediterranean countries. For example, the spread of the disease in Italy is higher than in other countries (Alioto et al. 2000). In the 1930s, this pathogen was defined as Psorosis A and B. Afterwards it was reported that other races were related to this virus (Galipienso, 2000). CPsV contains single-stranded ribonucleic acid (RNA) and is present in all parts of the plant. The psorosis disease, which is commonly spread all over the world, does not cause quick decline and yield losses but leads to low productivity and gradual disappearance of the tree. Virus diseases can be detected and identified with serological, biological and molecular methods. Serological tests, such as the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), agar-gel spreading reactions and precipitation reactions might be used for detection and identification of viruses. Moreover, molecular methods, such as hybridization, electron microscopy, dsRNA electrophoresis and polymerase chain reaction (PCR), can also be used (Clark, 1981; Luisoni, Boshia, 1994; Hull, 2002). When genetic sequences became available, molecular detection and characterization tests based on RT-PCR were also developed for Citrus Psorosis Virus (Barthe et al., 1998; Legarreta et al., 2000; Loconsole et al., 2009). Garcia et al. (1997) conducted a research on detecting the citrus psorosis-ringspot virus by RT-PCR and DAS-ELISA in 2003 in Italy. PCR and ELISA analysis showed similar results in three isolates that were separate-

ly isolated. In another study, Reyes et al. (2011) tested the resistance of transgenic sweet orange to CPsV in 2011 in France. Symptoms of psorosis on infected trees were examined separately as leaf, stem and branch symptoms. Results showed that this transgenic sweet orange was resistant.

Typical damages of this disease were reported by farmers in Northern Cyprus to be common and widespread on various citrus species, where all of them were grafted on the sour orange rootstock. Sour orange rootstocks are highly susceptible to this virus. Since the sour orange rootstock is used in almost all old orchards in Northern Cyprus, the symptoms can be seen quite easily. As a solution to this problem, Troyer, Carrizo and Volkameriana rootstocks, tolerant or resistant to this disease, started to be used in newly established gardens. Also, previous studies showed that lemon species are more susceptible to this virus than other species (orange, grapefruit or mandarin). Moreover, mild stunting and yield reduction are common in lemon, orange, mandarin and grapefruit orchards of Northern Cyprus. Therefore, the present research was conducted to symptomatically analyze the presence of CPsV in different citrus species and varieties located in different places in Northern Cyprus. This study is the first one on this subject in Northern Cyprus, and it is important for the future in terms of preventing the damage caused by the presence of CPsV.

Material and methods

Orchard surveys and identification of symptoms

Orchard surveys in the present study were carried out in 2018 in various regions of Northern Cyprus over a total orchard area of 3,000 da. All of the citrus varieties surveyed in the present study were grafted on sour orange rootstocks. A total of 65 different citrus orchards (including 25 orange, 20 lemon, 15 grapefruit and 5 mandarin orchards) were selected for studying the symptoms of CPsV. Regions, varieties, tree ages and total numbers of trees are all presented in Table 1 together with the sample numbers.

Table 1. Orchards surveyed during the symptomological observations of Citrus Psorosis Virus

Таблица 1. Обследованные сады во время симптоматических наблюдений за вирусом псороза цитрусовых

Sample No.	Region	Species	Variety	Age	Number of trees
0 1	Yeşilırmak	Orange	Valencia	55	200
0 2	Güzelyurt			60	450
0 3	Lefke		Shamouti	65	250
0 4	Yayla		Valencia	55	350
0 5				60	400
0 6	Aydıncöy		Shamouti	50	300
0 7	Bostancı		Valencia	55	150
0 8	Güzelyurt			65	100
0 9	Aydıncöy		Shamouti	60	100
0 10				50	120
0 11	Yeşilırmak		Valencia	60	150
0 12				55	250
0 13	Lefke		Shamouti	55	100

Table 1. Continued
Таблица 1. Продолжение

Sample No.	Region	Species	Variety	Age	Number of trees	
O 14	Yayla	Orange	Valencia	60	200	
O 15				60	300	
O 16	Akçay			50	250	
O 17	Lefke			70	200	
O 18	Güzelyurt			65	250	
O 19	Bostancı			60	150	
O 20				60	150	
O 21	Gaziveren			45	150	
O 22	Aydıncöy			50	120	
O 23	Akçay			Shamouti	45	140
O 24	Lefke		55		220	
O 25	Güzelyurt		Valencia	50	300	
L 1	Lapta		Lemon	Cyprus Lemon	65	100
L 2					60	120
L 3					65	120
L 4	Güzelyurt	55			140	
L 5	Lefke	60			100	
L 6		50			150	
L 7	Güzelyurt	50			100	
L 8	Lefke	55			150	
L 9	Aydıncöy	65			80	
L 10	Bostancı	60			100	
L 11		60			120	
L 12	Yeşilirmak	55			150	
L 13		45			120	
L 14	Gemikonağı	40			100	
L 15	Lefke	60			80	
L 16	Yeşilirmak	65			100	
L 17		65			140	
L 18	Güneşköy	60			150	
L 19	Aydıncöy	55			100	
L 20	Güneşköy	50			140	
G 1	Kalkanlı	Grapefruit	Marsh Seedless	60	50	
G 2	Aydıncöy			60	80	
G 3	Gaziveren			50	80	
G 4	Lefke			55	100	
G 5				55	60	

Table 1. The end
Таблица 1. Окончание

Sample No.	Region	Species	Variety	Age	Number of trees		
G 6	Akçay	Grapefruit	Marsh Seedless	55	50		
G 7	Güneşköy			60	120		
G 8	Aydinköy			65	100		
G 9	Gaziveren			45	100		
G 10	Güzelyurt			50	120		
G 11				50	60		
G 12	Bostancı			55	60		
G 13				65	110		
G 14	Güzelyurt			60	100		
G 15	Yayla			60	100		
M 1	Kalkanlı			Mandarins	Local Variety	40	5
M 2	Aydinköy					50	3
M 3	Gaziveren					50	10
M 4	Bostancı					55	5
M 5	Güneşköy					55	5

Symptomological observations

Observations were carried out by professionals who studied each and every single tree independently in the above given orchards. During those observations, the most important symptomological characteristics of CPsV were searched for and observed. The most distinguishing symptoms of CPsV are bark spalling (Figure 1, a, b), splitting and bark spalling on the trunk (Figure 1, c), and gumming on the tree trunk (Figure 1, d, e).

Results and discussion

In this research, a total of 25 orange (19 Valencia and 6 Shamouti), 20 Cyprus lemon, 15 Marsh Seedless grapefruit and 5 local mandarin orchards were observed for the identification and quantification of the symptoms of the Citrus Psorosis Virus (CPsV) disease in Northern Cyprus. Each and every tree was individually analyzed for CPsV and photographs were taken from the orchards that showed symptoms. Thus, the percentage of trees showing CPsV symptoms in orchards was calculated.

Infected tree ratio

Totally, 9,028 citrus trees (from 65 citrus orchards) were surveyed within the current work in Northern Cyprus. The calculated percentages of trees with CPsV symptoms are given in Table 2, Table 3, Table 4 and Table 5 for oranges, lemons, grapefruits and mandarins, respectively. According to the results obtained, the percentage infection of CPsV was 0.72% in all trees including orange, mandarin, lemon and grapefruit orchards.

During the studies, a total of 5,350 different orange trees were analyzed for CPsV and 29 of them were identified

with CPsV infections symptomatically. The ratio of infected trees was then calculated as 0.54% in orange orchards. As mentioned above, two different orange varieties, namely: Valencia and Shamouti, were surveyed and observed in this research. The vast majority of the virus symptoms were recorded for Valencia trees, with 27 trees in total, and only 2 Shamouti trees were observed to be infected with the virus. Detailed information about the infected trees is given in Table 2.

Totally, 2,360 lemon trees were analyzed for CPsV infection in the present work and 28 of them were identified for the CPsV symptoms. The ratio of infected trees was then calculated as 1.17% in lemon orchards. This ratio was found to be about twofold of the infection in orange trees. Detailed information about the infected trees is given in Table 3.

A total of 1,290 different grapefruit trees were surveyed and analyzed for the CPsV symptoms in the present study, and 6 grapefruit trees were found to be infected with CPsV symptomologically. The results showed that the ratio of infected trees with CPsV (symptomologically) was 0.47% in grapefruit orchards. This infection ratio was slightly below the infection rate in orange trees. Six infected grapefruit trees were noted from 5 different regions of Northern Cyprus, namely: Kalkanlı, Lefke, Akçay, Güneşköy and Aydıncöy (Table 4).

In the current study, a total of 28 different mandarin trees were observed from 5 different orchards and, according to the results obtained, only 2 mandarin trees had CPsV symptoms. The ratio of infected trees with CPsV was calculated as 7.14% in mandarin orchards. This is the highest ratio in the present study, but mostly it can be explained by a smaller number of surveyed trees. The 2 infected mandarin trees were noted in the Aydıncöy and Güneşköy regions of Northern Cyprus (Table 5).

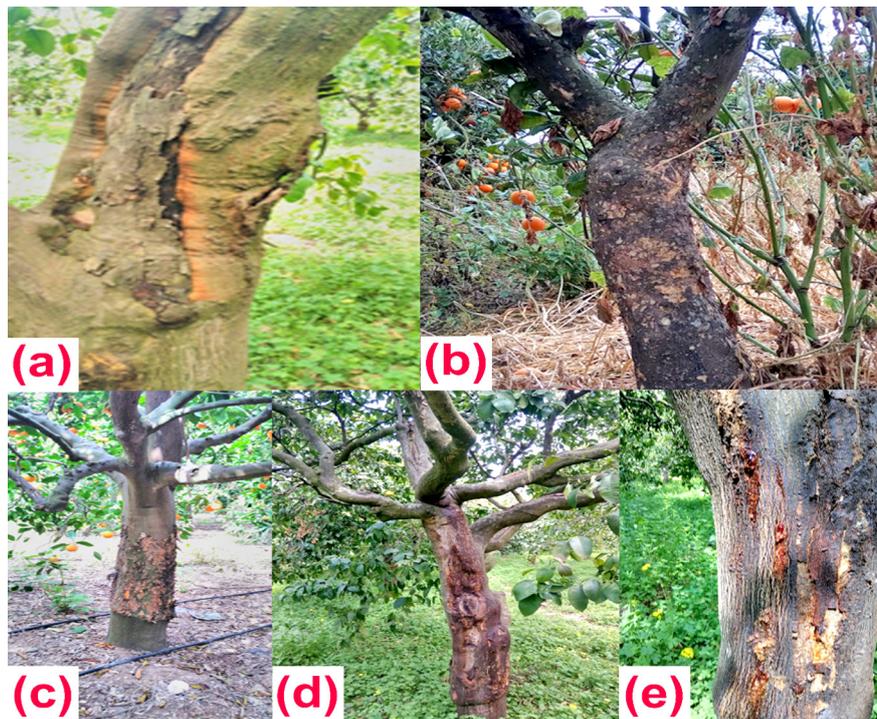


Figure. Most distinguishing symptoms of CPsV; (a) and (b): bark spalling; (c): splitting and bark spalling on the trunk, and (d) and (e): gumming on the tree trunk

Рисунок. Наиболее выраженные симптомы CPsV; (a) и (b): откалывание коры; (c): расщепление и отслоение коры на стволе; (d) и (e): гуммирование на стволе дерева

Table 2. Details on the orange trees infected with Citrus Psorosis Virus

Таблица 2. Подробная информация о зараженных деревьях апельсина вирусом цитрусового псороза

Region	Variety	Age	Number of trees	Number of infected trees	Ratio (%)
Yeşilirmak	Valencia	55	200	3	1.50
Güzelyurt		60	450	1	0.22
Lefke	Shamouti	65	250	0	0.00
Yayla	Valencia	55	350	1	0.29
		60	400	6	1.50
Aydinköy	Shamouti	50	300	0	0.00
Bostancı	Valencia	55	150	2	1.33
Güzelyurt		65	100	1	1.00
Aydinköy	Shamouti	60	100	0	0.00
	Valencia	50	120	0	0.00
Yeşilirmak		60	150	3	2.00
		55	250	4	1.60
Lefke	Shamouti	55	100	0	0.00
Yayla	Valencia	60	200	0	0.00
		60	300	1	0.33
Akçay	Valencia	50	250	2	0.80
Lefke		70	200	0	0.00

Table 2. The end
Таблица 2. Окончание

Region	Variety	Age	Number of trees	Number of infected trees	Ratio (%)
Güzelyurt	Valencia	65	250	0	0.00
Bostancı		60	150	0	0.00
		60	150	1	0.67
Gaziveren		45	150	0	0.00
Aydinköy		50	120	0	0.00
Akçay	Shamouti	45	140	1	0.71
Lefke		55	220	1	0.45
Güzelyurt	Valencia	50	300	2	0.67
Total			5350	29	0.54

Table 3. Details on the lemon trees infected with Citrus Psorosis Virus

Таблица 3. Подробная информация о зараженных деревьях лимона вирусом цитрусового псороза

Region	Variety	Age	Number of trees	Number of infected trees	Ratio (%)
Lapta	Cyprus Lemon	65	100	3	3.00
		60	120	4	3.33
		65	120	0	0.00
Güzelyurt		55	140	0	0.00
Lefke		60	100	2	2.00
		50	150	1	0.67
Güzelyurt		50	100	0	0.00
Lefke		55	150	0	0.00
Aydinköy		65	80	0	0.00
Bostancı		60	100	6	6.00
		60	120	4	3.33
Yeşilirmak		55	150	2	1.33
		45	120	1	0.83
Gemikonağı		40	100	0	0.00
Lefke		60	80	0	0.00
Yeşilirmak	65	100	0	0.00	
	65	140	0	0.00	
Güneşköy	60	150	3	2.00	
Aydinköy	55	100	1	1.00	
Güneşköy	50	140	1	0.71	
Total			2360	28	1.17

Table 4. Details on the grapefruit trees infected with Citrus Psorosis Virus**Таблица 4. Подробная информация о зараженных деревьях грейпфрута вирусом цитрусового псороза**

Region	Variety	Age	Number of trees	Number of infected trees	Ratio (%)
Kalkanlı	Marsh Seedless	60	50	1	2.00
Aydinköy		60	80	0	0.00
Gaziveren		50	80	0	0.00
Lefke		55	100	0	0.00
		55	60	2	3.33
Akçay		55	50	1	2.00
Güneşköy		60	120	1	0.83
Aydinköy		65	100	1	1.00
Gaziveren		45	100	0	0.00
Güzelyurt		50	120	0	0.00
		50	60	0	0.00
Bostancı		55	60	0	0.00
		65	110	0	0.00
Güzelyurt		60	100	0	0.00
Yayla		60	100	0	0.00
Total			1290	6	0.47

Table 5. Details of the mandarin trees infected with Citrus Psorosis Virus**Таблица 5. Подробная информация о зараженных деревьях мандарина вирусом цитрусового псороза**

Region	Variety	Age	Number of trees	Number of infected trees	Ratio (%)
Kalkanlı	Local Variety	40	5	0	0.00
Aydinköy		50	3	1	33.33
Gaziveren		50	10	0	0.00
Bostancı		55	5	0	0.00
Güneşköy		55	5	1	20.00
Total			28	2	7.14

Discussions and conclusion

Citrus Psorosis Virus is a worldwide disease of citrus orchards. It is an infectious filamentous ophiovirus which causes annual losses of about 5%. Moreover, it is a progressive decline of trees through affecting the conductive tissues (Achachi et al., 2014). The most characteristic symptoms of Citrus Psorosis Virus disease on trees are bark spalling on the trunk and branches (Rosa et al. 2007). In this study, the citrus trees chosen as samples mostly showed the bark spalling symptom in Northern Cyprus.

Citrus species most severely affected are orange, grapefruit and mandarin (Milne et al. 2003). The results of this study showed that the most affected species was mandarin (7.4%). In addition to that, lemon orchards showed the se-

cond largest percentage with the infection ratio of 1.17%. Observations carried in 65 different citrus orchards in Northern Cyprus also showed that the symptomological presence of CPsV mostly occurred as leaf wrinkles and chlorosis on leaves, bark spalling and gumming on trunks and branches.

The results of the present study made it possible to obtain a database on the quantification of CPsV in Northern Cyprus. Information about the symptomologically infected trees was all recorded for further molecular analysis. Besides, it is well known that citrus farmers in Northern Cyprus generally import rootstocks and scions from other countries. Under the absence of a quarantine and monitoring system, it seemed so difficult to prevent the emergence of such problems in Northern Cyprus, which may cause different diseases and pests to be carried to the island. Current results made it very impor-

tant to perform similar studies on different crops for the identification and quantification of different pests and diseases in the forthcoming period. Moreover, molecular investigations should also be performed.

Detection and identification of viruses infecting different crops constitute the basic steps for the development of effective crop disease management systems. Methods used to detect Citrus Psorosis Virus in citrus trees are based on using indicator plants. Moreover, laboratory tests, like ELISA and RT-PCR, for molecular detection and characterization of various CPsV forms are so common and important (Garcia et al., 1997; Martín et al., 2004; Zaneck et al., 2006). Furthermore, in order to make molecular detection of the virus easier, the periods when the virus is at its maximum concentration in plants under the conditions of Northern Cyprus should be determined.

Northern Cyprus, as part of an island, has an advantage in the context of preventing the onset of such disease, which is its natural biological isolation. However, this advantage can only be supported with the development of quarantine measures and audits at the entrance points of the island. It is of utmost importance to prevent the transfer of other virus diseases to the island.

References / Литература

- Achachi A., Barka E.A., Ibriz M. Recent advances in *Citrus psorosis virus*. *VirusDisease*. 2014;25(3):261-276. DOI: 10.1007/s13337-014-0199-7
- Alioto D., Troisi A., Peluso A., Quatrano G., Masenga V., Milne R.G. Occurrence of Citrus psorosis virus in Campania, southern Italy. *European Journal of Plant Pathology*. 2000;106(8):795-799. DOI: 10.1023/a:1026555603552
- Barthe G.A., Ceccardi G.L., Manjunath K.L., Derrick K.S. Citrus psorosis virus: nucleotide sequencing of the coat protein gene and detection by hybridization and RT-PCR. *The Journal of General Virology*. 1998;79(Pt 6):1531-1537. DOI: 10.1099/0022-1317-79-6-1531
- Clark Jr. B.C., Jones B.B., Jacubucci G.A. Characterization of the hydroperoxides derived from singlet oxygen oxidation of (+)-limonene. *Tetrahedron*. 1981;37(1) Suppl 1:405-409. DOI: 10.1016/0040-4020(81)85078-8
- Galipienso L., Navarro L., Ballester-Olmos F., Pina J.A., Moreno P., Guerri J. Host range and symptomatology of a graft-transmissible pathogen causing bud union crease of citrus on trifoliolate rootstocks. *Plant Pathology*. 2000;49(2):308-314. DOI: 10.1046/j.1365-3059.2000.00449.x
- Garcia M.L., Sánchez de la Torre M.E., Dal Bó E., Djelouah K., Rouag N., Luisoni E., Milne R.G. et al. Detection of citrus psorosis-ringspot virus using RT-PCR and DAS-ELISA. *Plant Pathology*. 1997;46(6):830-836.
- Hull R. *Matthew's plant virology*. 4th ed. San Diego, CA: Academic Press. 2002.
- Legarreta G.G., García M.L., Costa N., Grau O. A highly sensitive heminested RT-PCR assay for the detection of citrus psorosis virus targeted to a conserved region of the genome. *Journal of Virological Methods*. 2000;84(1):15-22. DOI: 10.1016/S0166-0934(99)00123-8
- Loconsole G., Fatone M.T., Savino V. Specific digoxigenin-labeled riboprobes for detection of *Citrus psorosis virus* and *Citrus variegation virus* by molecular hybridization. *Journal of Plant Pathology*. 2009;91(2):311-319.
- Luisoni E., Boshia D. Serology course on plant virus diagnosis. In: *Course on Plant Virus Diagnosis; Adana, Turkey; 15-30 October, 1994*. Adana; 1994. p.29-66.
- Martín S., Alioto D., Milne R.G., Guerri J., Moreno P. Detection of Citrus psorosis virus in field trees by direct tissue blot immunoassay in comparison with ELISA, symptomatology, biological indexing and cross-protection tests. *Plant Pathology*. 2002;51(2):134-141. DOI: 10.1046/j.1365-3059.2002.00684.x
- Martín S., Alioto D., Milne R.G., Garnsey S.M., García M.L., Grau O. Detection of *Citrus psorosis virus* by ELISA, molecular hybridization, RT-PCR and immunosorbent electron microscopy and its association with citrus psorosis disease. *European Journal of Plant Pathology*. 2004;110(7):747-757. DOI: 10.1023/B:EJPP.0000041570.28825.29
- Milne R.G., García M.L., Moreno P. Citrus psorosis virus. In: *AAB Descriptions of Plant Viruses. No. 41*. Kew: Commonwealth Mycological Institute; 2003.
- Reyes C.A., De Francesco A., Peña E.J., Costa N., Plata M.I., Sendin L. et al. Resistance to Citrus psorosis virus in transgenic sweet orange plants is triggered by coat protein-RNA silencing. *Journal of Biotechnology*. 2011;151(1):151-158. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2010.11.007
- Rosa C., Polek M., Falk B.W., Rowhani A. Improved efficiency for quantitative and qualitative indexing for Citrus tristeza virus and Citrus psorosis virus. *Plant Disease*. 2007;91(9):1089-1095. DOI: 10.1094/PDIS-91-9-1089
- Zaneck M.C., Peña E., Reyes C.A., Figueroa J., Stein B., Grau O. et al. Detection of Citrus psorosis virus in the northwestern citrus production area of Argentina by using an improved TAS-ELISA. *Journal of Virological Methods*. 2006;137(2):245-251. DOI: 10.1016/j.jviromet.2006.06.021

Information about the authors

Turgut Alas, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, European University of Lefke, 10 via Mersin, Gemikonagi 99010, Northern Cyprus, talas@eul.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9565-4506>

Akın Akın, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, European University of Lefke, 10 via Mersin, Gemikonagi 99010, Northern Cyprus, akinakin393@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3081-5070>

İbrahim Kahramanoğlu, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, European University of Lefke, 10 via Mersin, Gemikonagi 99010, Northern Cyprus, ibrahimcy84@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-6074-6395>

Информация об авторах

Тургут Алас, кафедра садоводства, факультет сельскохозяйственных наук и технологий, Европейский университет Лefке, 99010 Северный Кипр, Гемиконаги, ул. Мерсин, 10, talas@eul.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9565-4506>

Акын Акын, кафедра садоводства, факультет сельскохозяйственных наук и технологий, Европейский университет Лefке, 99010 Северный Кипр, Гемиконаги, ул. Мерсин, 10, akinakin393@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3081-5070>

Ибрагим Кахраманоглу, кафедра садоводства, факультет сельскохозяйственных наук и технологий, Европейский университет Лefке, 99010 Северный Кипр, Гемиконаги, ул. Мерсин, 10, ibrahimcy84@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-6074-6395>

Ethical statement: this research was developed from the data obtained during the MSc studies of Akin Akin, guided by Dr. Turgut Alas, and was carried out under the umbrella of European University of Lefke.

Заявление о соблюдении этических норм: эта статья написана на основе данных, полученных в ходе магистерских исследований Акына Акына под руководством доктора Тургута Аласа и проводившихся под эгидой Европейского университета Лefке

Contribution of the authors: T. Alas and A. Akin – conceptualization and methodology; T. Alas and İ. Kahramanoğlu – validation; A. Akin – investigation; A. Akin and İ. Kahramanoğlu – data management; T. Alas – writing the original draft preparation; İ. Kahramanoğlu – writing the review and editing; T. Alas and İ. Kahramanoğlu – visualization. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Вклад авторов: Алас Т., Акын А. – концептуализация и методология; Алас Т., Кахраманоглу И. – валидация; Акын А. – исследование; Акын А., Кахраманоглу И. – работа с данными; Алас Т. – подготовка оригинального чернового варианта; Кахраманоглу И. – рецензирование и редакция; Алас Т., Кахраманоглу И. – визуализация. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The article was submitted on 15.03.2022; approved after reviewing on 22.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022. Статья поступила в редакцию 15.03.2022; одобрена после рецензирования 22.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

Original article

UDC 631/635

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-159-168



The efficiency of some post-emergence herbicides for controlling problematic weeds of lawn areas

Ramazan Gürbüz, Harun Alptekin

Iğdır University, Iğdır, Turkey

Corresponding author: Ramazan Gürbüz, r_grbz@yahoo.com

This study was carried out to determine the effectiveness of some herbicides on weed species and weed population in the landscape area of Iğdır University Şehit Bülent Yurtseven Campus in 2021. In the study, herbicides with active ingredients, 2,4-D amine, Bromoxynil + MCPA, 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram, dicamba + triasulfuron, 2,4-D EHE + florasulam, Halo-sulfuron-methyl and Fluazifop-p-butyl as well as Bromoxynil + MCPA + dicamba + triasulfuron and 2,4-D amine + Fluazifop-p-butyl herbicide mixtures were used. The percentage effects of the herbicides applied in the study on weed dry weights, weed species, and the percentage effects of herbicides on these weed species were determined according to the 3 counts made at certain intervals for the weed species with a density of 1 weeds/m² and above in the census.

As a result of the study, a total of 14 weed species belonging to 8 families were determined in the trial area. Of these detected weed species, *Trifolium repens* L. (5.49 weed/m²), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (3.24 weed/m²), *Trifolium pratense* L. (1.23 weed/m²), *Melilotus albus* Medik. (1.07 weed/m²) and *Convolvulus arvensis* L. (1.03 weed/m²), the density of 5 of them was determined as 1 weeds/m² and above. As a result of the study, the lowest weed dry weights (2.12 g/m²) and the highest percentage effect (94.50%) were obtained in the 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram plots. The percentage effects of the herbicides applied in the study on the weed species varied according to the weed species and the herbicides used.

Keywords: turfgrass, weeds, herbicide, chemical control, *Trifolium repens*, *Cynodon dactylon*

Acknowledgements: the authors gratefully acknowledge the financial support from Iğdır University Scientific Researches Project Unit (Project No. ZİF0920A25).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Gürbüz R., Alptekin H. The efficiency of some post-emergence herbicides for controlling problematic weeds of lawn areas. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):159-168. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-159-168

Научная статья
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-159-168

Эффективность некоторых послевсходовых гербицидов для борьбы с проблемными сорняками на газонах

Р. Гюрбюз, Х. Алптекин

Ыгдырский университет, Ыгдыр, Турция

Автор, ответственный за переписку: Рамазан Гюрбюз, r_grbz@yahoo.com

Исследование проводилось для определения эффективности некоторых гербицидов в отношении видов сорняков и популяции сорняков в ландшафтной зоне кампуса Бюлента Юрцевена Ыгдырского университета в 2021 г. В исследовании использовались гербициды с активными ингредиентами: 2,4-D-амин, бромоксинил + МСРА, соль 2,4-D триизопропиламина + пиклорам, дикамба + триасульфурон, 2,4-D ЕНЕ + флорасулам, галосульфурон-метил и флуазифоп-П-бутил, а также смеси гербицидов бромоксинил + МСРА + дикамба + триасульфурон и 2,4- D-амин + флуазифоп-П-бутиловый. Процентное воздействие примененных гербицидов на сухой вес сорняков, виды сорняков и процентное воздействие гербицидов на эти виды сорняков были определены в соответствии с тремя подсчетами, проведенными через определенные промежутки времени для видов сорняков с плотностью 1 сорняк/м² и выше.

В результате исследования на пробной площади было определено в общей сложности 14 видов сорняков, относящихся к восьми семействам. Из этих видов сорняков плотность пяти определялась как 1 сорняк/м² и выше: *Trifolium repens* L. (5,49 сорняк/м²), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (3,24 сорняк/м²), *Trifolium pretense* L. (1,23 сорняк/м²), *Melilotus albus* Medik. (1,07 сорняк/м²) и *Convolvulus arvensis* L. (1,03 сорняк/м²). В результате исследования наименьший сухой вес сорняков (2,12 г/м²) и наибольший процентный эффект (94,50%) были получены на участках с применением гербицида 2,4-D триизопропиламина соль + пиклорам. Процентное воздействие гербицидов, примененных в исследовании, на виды сорняков варьировалось в зависимости от вида сорняков и используемых гербицидов.

Ключевые слова: дерновая трава, химическая защита, *Trifolium repens*, *Cynodon dactylon*

Благодарности: работа выполнена в рамках научно-исследовательского проекта Ыгдырского университета (номер проекта: ZIF0920A25).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Гюрбюз Р., Алптекин Х. Эффективность некоторых послевсходовых гербицидов для борьбы с проблемными сорняками на газонах. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):159-168. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-159-168

Introduction

With the dense construction that emerged as a result of rapid population growth, green areas in cities are decreasing and the longing for nature gradually increases. One of the most important elements of green areas is grass covers (Kuşvuran, 2012). Turfgrass areas form the basic structure of the urban green spaces (Oral, Açıkgöz, 2001). Turfgrass sward areas within the urban green area system, more importantly than providing aesthetic beauty, form a green cover conducive to sports, playing and resting (Yılmaz, Hurmanlı, 2016). Green lawn area plants, which form an important part of outdoor spaces, are used in terms of architecture and aesthetics and create the resting environment that people need. Turfgrass is an oxygen reservoir and the 225 m² turfgrass area provides the daily oxygen need of a family of 4 members (URL: <https://www.ulusoysseed.com.tr/teknik/bunlari-biliyor-musunuz>). By wrapping the soil surface like a carpet, it prevents the soil from causing pollution in the form of dust and mud with wind and precipitation. The turfgrass green area ensures that the humidity and temperature of the environment remain in balance. It prevents water and wind erosion by keeping the fertile top layer of the soil as a whole. In addition, grass fields with dense root structure and developed above-ground parts act as a filter on the ground, preventing the contamination of soil and underground water by precluding harmful substances and chemicals from going deep into soil layers (URL: <https://www.ulusoysseed.com.tr/teknik/bunlari-biliyor-musunuz>).

Today, keeping the turfgrass sward healthy is more important than establishing it, because there are many factors that limit the development of these plants and lose their attractive color. One of them is weeds, which are very often a problem in the lawn. Weed infestation in lawn areas most likely reflects the low competitiveness of the lawn. Therefore, it is necessary to keep the growth of weeds under control (Larsen et al., 2004). Weeds on lawns are undesirable and are generally considered one of the most important and common problems here (Raikes et al., 1994). Every year, weeds become a serious challenge in such turfgrass areas as golf courses, race tracks, and sports fields (Fischer, Larsen, 2002). The establishment of turfgrass areas is quite expensive. For this reason, weed control is very important for the protection and longevity of these areas. If left uncontrolled, weeds can weaken the turfgrass swards in competition for the water and nutrients in the plant root zones. As a result, if the weeds formed after planting in the turfgrass areas cannot be competed, turfgrass can spread in a short time and completely cover the area. In fact, weeds in lawn areas that are established with difficulty not only reduce the purpose of area use, but also shorten the life span of the turfgrass. Some weed species dominate the environment over time and cause the loss of the turfgrass quality of the environment. They decrease the aesthetic appearance and increase maintenance costs (Şanlıtürk, 2009). According to the growing periods, there are annual and perennial weeds in the turfgrass areas. Broad-leaved weeds are especially very dominant in turfgrass fields (Şanlıtürk, 2009). In turfgrass areas, mostly biennial or perennial weeds with a deep root system and rosette form pose a serious problem (Kitiş, 2011). The most problematic weeds in turfgrass areas are: *Taraxacum officinale* F.H. Wigg (dandelion), *Chenopodium album* L. (fat-hen), *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (shepherd's purse), *Plantago lanceolata* L. (buckhorn plantain), *Convolvulus arvensis* L. (field bindweed), *Trifolium* spp. (clover species), and *Amaranthus retroflexus* L. (redroot pigweed) (URL: [tent/common-garden-weeds\) – they can be given as examples.](https://www.almanac.com/con-</p>
</div>
<div data-bbox=)

In small home gardens, after emergence, weeds are removed manually or with different tools and can be controlled easily. However, manual weed control in large areas is difficult and expensive. As for controlling weeds by mowing, tall annual weed species are easy to be controlled by cutting with different machines when they are in bloom. However, the mowing method is not very useful in controlling weeds which grow close to the ground, and it is not cost-effective (Açıkgöz, 1993; Tepe, 1998). Because of these negative reasons, the use of herbicides against weeds in turfgrass areas is more important. The control of weeds, which are troublesome in lawn plant areas, is largely based on the use of herbicides (Watschke, 1985). Thus, although mechanical and other cultural control techniques are applied in lawn areas, chemical control methods are emphasized, since weeds are not sufficiently controlled (Turgeon et al., 1994; Watschke et al., 1995).

The objective of the present study was to determine the effectiveness of some herbicides and herbicide mixtures against weeds that are a problem in turfgrass areas. Thus, it is aimed to develop a successful chemical control strategy against weeds and, as a result, to implement an effective spraying program correctly in order to develop a more effective and economical control method.

Materials and methods

The study was carried out on the turfgrass areas in the landscape land of Iğdır University Şehit Bülent Yurtseven Campus in 2021. In this area where the experiment was carried out, there is an existing lawn area of previously established 145 hectares. The province of Iğdır is located between 39°39' and 40°07' north latitudes and 43°17' and 44°49' east longitudes. The lawns were established two years before the experiment, on 15th of March 2019, with the hydroseeding system. Turfgrass mixtures and proportions in the experiment area were as follows: 25% of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), 45% of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.), 10% of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.), and 20% of red fescue (*Festuca rubra* L. subsp. *rubra*). The texture of the experimental soils was sandy loam; pH (8.37), organic matter (1.95%), lime (10.51%), saturation (71.55%). K₂O (139.79 kg/da), P₂O₅ (1917.60 kg/da) and total salt (0.04%) were as given here. The mean of long years (MLY) and the climate data of 2021 for the months in which the study was carried out are presented in Table 1.

The experiment was set up as a total of 36 plots according to the randomized complete blocks design with 9 characters in 4 replications. In addition, safety strips were drawn around the area and warning signs were hung in order to prevent entrances to the experiment area. Fertilizers containing NPK (nitrogen, phosphorus, and potassium) were sprinkled on the experiment area 20 days before the parcelization. Three days before the experiment was set up, the turfgrass (lawn) was mowed around 3 cm mowing heights (Fagerness, 2001). Afterwards, parcelization was done and 7.5 m² (3 × 2.5 m) wide strips of 1 m were left between the parcels and 1 m between the blocks. The trial area was 457.5 m² in total. Stakes were fixed to the ground for parcelization and rope was used in the strips. Weed species in each parcel were determined according to the Flora of Turkey (Davis, 1965-1985).

In the study, herbicides were applied on May 16, 2021. A backpack sprayer with a 25 liter tank capacity and a gasoline engine flat fan nozzle with a 2.5 working width was used

Table 1. Meteorological data of the research area in 2021 and MLY (URL: <https://www.mgm.gov.tr/2020>)
Таблица 1. Метеорологические данные в зоне изучения в 2021 г. и в среднем за многолетний период (URL: <https://www.mgm.gov.tr/2020>)

Months	Mean temperature (°C)		Total rainfall (mm)		Mean relative humidity (%)	
	2021	MLY (1941-2021)	2021	MLY (1941-2021)	2021	MLY (1941-2021)
April	17.4	13,0	18.4	33.8	43.6	49.9
May	21.1	17.7	42.1	46.5	46.3	51.5
June	26.8	22.1	0.7	32.0	33.9	47.3
July	27.4	25.9	32.4	13.7	45.7	45.3
August	27.4	25.3	8.3	9.7	40.6	47.1
September	22.2	20.4	11.5	11.5	44.8	46.2
October	12.7	13.1	18.5	26.3	60.0	48.53
November	13.5	6.0	6.2	18.6	80.7	80.2

Note: MLY – mean of long years

Примечание: MLY – в среднем за многолетний период

for herbicide application. Herbicides were applied broadcastly onto the surface of lawns. Herbicides with 2,4-D amine, Bromoxynil + MCPA, 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram, dicamba + triasulfuron, 2,4-D EHE + florasulam, Halosulfuron-methyl, and Fluazifop-p-butyl active ingredient, plus Bromoxynil + MCPA + dicamba + triasulfuron and 2,4-D amine + Fluazifop-p-butyl herbicide mixtures and untreated control plots were used in the experiment. The experiment area was irrigated with a sprinkler irrigation system 24 hours after the herbicides application.

Determination of the effects of herbicides on weeds

In order to assess the effect of herbicides on weeds, the weed count in the plots was conducted before the application using a 1 m² frame by randomly throwing into each plot and counting the weeds in the frame (TAGEM..., 2020). Thus, weeds in 1 m² of each plot were determined and their density was assessed. Assessment of the density of weeds was made on the basis of the arithmetic mean. Weed densities (plant/m²) were calculated by dividing the total number of plants per m² in the surveys, taking into account the number of surveys, and the densities of each species were calculated using the following formula (Odum, 1971):

$$\text{Density (plant/m}^2\text{)} = B/m,$$

where B is the total number of individual plants in the samples;

m is the total number of samples.

The effects of the herbicides applied in the study on weeds were measured in 3 assessments after post-emergence herbicide applications onto turfgrass fields according to the weed standard herbicide application methods of the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM). The first assessment was done 7 days after the treatment (DAT) on May 23, 2021, the second assessment was done 21 DAT on June 6, 2021, and the third assessment was done 50 DAT on July 5, 2021 (TAGEM..., 2020). Weed species densities of 1 weeds/m² and above were handled one by one, and the reductions in them compared to the control were recorded by expressing the percentage of the area covered with weeds, shortening in height or damaged.

The percentage of reduction in the weed population was determined by comparing the treated plots with the control ones.

Effects of herbicides on the dry weight of weeds

In the study, after the last assessment of the weeds, the weeds in each plot were cut with scissors close to the soil surface, and they were collected and put into separate paper bags. They were brought to the Department of Herbiology. After being kept in an oven at 70°C for 24 hours, they were removed, their dry weights were measured separately (Travlos et al., 2020), and numerical data were recorded. Afterwards, the percentage effects of herbicides on weed dry weights were assessed, based on the control plots of the weed dry weights obtained in the herbicide-applied plots.

Statistical analysis

All the herbicides were applied in a randomized complete block design with four replicates and nine experimental treatments (eight herbicides and their mixtures, and an untreated control). For all the herbicide applications, the weed dry weights for each weed species were recorded separately on 7 DAT, 21 DAT and 50 DAT, expressed as percentages of the corresponding values recorded for the untreated control plots. The Tukey test was applied in the SPSS 17.0 Package Program and the statistical analysis was done, and the difference between the separate applications was determined (Efe et al., 2000). In addition, the results of the assessment were determined using the Abbott formula, the effect on the weeds at the species level and the effects on all weeds (Snedecor, Cochran, 1967):

$$\text{Herbicide effects (\%)} = \frac{(\text{Weeds in control} - \text{Weeds in treatment})}{\text{Weeds in control}} \times 100$$

Results and discussion

A total of 14 weed species belonging to 8 families were assessed in the trial area. The experiment was carried out in 2021 on the grass field located in the Şehit Bülent Yurtseven Campus of Iğdır University (Table 2).

Table 2. Scientific name, common names and life cycles of the weed species (P = perennial, A = annual)**Таблица 2. Научное название, общепринятое название и жизненные циклы видов сорняков (P = многолетний вид, A = однолетний)**

Familya	Scientific name	Common name	Life cycle
Narrow-leaved			
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Buckhorn plantain	P
	<i>Plantago major</i> L.	Broad-leaved plantain	P
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Bermuda grass	
	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex St.	Common reed	P
Broad-leaved			
Amaranthaceae	<i>Ceratocarpus arenarius</i> L.	Ceratocarpus	A
Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Canada thistle	P
	<i>Lactuca serriola</i> L.	Prickly lettuce	P
	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Dandelion	P
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Field bindweed	P
Fabaceae	<i>Melilotus albus</i> Medik.	Honey clover	A
	<i>Trifolium pratense</i> L.	Red clover	P
	<i>Trifolium repens</i> L.	White clover	P
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	Mallow	P
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Curly dock	P

Among the weed species detected in the experiment area, 4 types of narrow-leaved weeds and 10 types of broad-leaved ones were identified. Among the 8 families identified, Fabaceae (3), Asteraceae (3), Poaceae (2) and Plantaginaceae (2) were the highest in terms of weed numbers, and 1 species belonging to the remaining families was found (see Table 2). N. G. Şanlıtürk (2009) identified 26 weed species in his study, most of which belong to Fabaceae family, and also *Trifolium* spp., *Sorghum halapense* (L.) Pers., *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*, *Malva sylvestris* L., and *Convolvulus arvensis*. In addition, C. D. G. Maciel et al. (2008) determined a total of 45 weed species belonging to 15 families in their study in the turfgrass fields in Brazil, and stated that the most common weed family was Asteraceae. M. D. Kamal-Uddin et al. (2009) identified 79 weed species in their study. Similarly, A. C. Xing et al. (2000) found 24 weed families and 74 weed species in their study in China. These studies were similar to current study. In this study, weed densities in the experiment area

were determined after the parcelization process. The density of 5 species among the weed species measured as a result of the surveys was determined as 1 weeds/m² and above (Table 3).

Weed species with densities of 1 weeds/m² and above in the experiment area were as follows; *Trifolium repens* (5.49 weeds/m²), *Cynodon dactylon* (3.24 weeds/m²), *Trifolium pratense* (1.23 weeds/m²), *Melilotus albus* Medik. (1.07 weeds/m²) and *Convolvulus arvensis* (1.03 weeds/m²) (see Table 3). Taştan and Erçiş (1994) stated that the weed species with the highest density in their study were *Trifolium repens* (13.78 weeds/m²), *Taraxacum* spp. (11.47 weeds/m²) and *Trigonella* spp. They determined it as 1.54 weeds/m². Şanlıtürk (2009) established that *Sorghum halapense* (1.44 weeds/m²) *Trifolium* spp. (0.49 weeds/m²), *Taraxacum officinale* (0.31 weeds/m²), *Cardaria draba* (L.) Desv. (0.16 weeds/m²), *Trifolium bocconeii* Savi (0.11 weeds/m²), *Conyza canadensis* (L.) Cronq. (0.06 weeds/m²), *Trifolium campestre*

Table 3. Densities of weed species in the experiment area**Таблица 3. Плотность видов сорняков на экспериментальной территории**

Weeds	Density	Weeds	Density
<i>Ceratocarpus arenarius</i> L.	0.003	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. Ex St.	0.36
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	0.12	<i>Plantago lanceolata</i> L.	0.68
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1.03	<i>Plantago major</i> L.	0.66
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	3.24	<i>Rumex crispus</i> L.	0.37
<i>Lactuca serriola</i> L.	0.81	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	0.5
<i>Malva sylvestris</i> L.	0.12	<i>Trifolium pratense</i> L.	1.23
<i>Melilotus albus</i> Medik.	1.07	<i>Trifolium repens</i> L.	5.49

Schreb. (0.06 weeds/m²), and *T. fragiferum* L. (0.09 weeds/m²) had the highest density. In another study, *Anagallis arvensis* L., *Chenopodium album* L., *Convolvulus arvensis*, *Matricaria chamomilla* L., *Plantago lanceolata*, *Polygonum* spp. and *Trifolium repens*, *Erigeron canadensis* L., *Medicago sativa* L. and *Plantago major* L. weeds were identified (Altınışık, Kadioğlu, 2003). There were similarities between these studies and the weed species and densities that we detected in the present study. The reason for some differences is that different weeds were encountered in grass areas at different times due to their development in different periods (Sözeri et al., 1998).

In the effects of the applied herbicides on the dry weight of weeds in the turfgrass fields according to the results of Tukey test there was a statistically 1% difference between $F = 210.91$ and $P = 0.00 < 0.01$ (Table 4).

mined that the percentage effects of herbicide applications in terms of weed dry weights varied between 94.5% and 23.57%. Compared to the control plots, the highest percentage effects was detected in the plots with 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram (94.50%), 2,4-D amine + Fluazifop-p-butyl (92.09%), and 2,4-D amine (87.02%). In the study, the lowest percentage effect in terms of weed dry weight was obtained in the Bromoxynil + MCPA (23.57%) plots compared to the control plots (see Table 4). As a result of his study, N. G. Şanlıtürk (2009) stated that the dry weight of weeds in the parcels in the experiment area varied between 0.6 g/m² and 17.5 g/m², and the percentage effects varied between 96.69% and 15.9%. The percentage effects of the herbicides we used in the study on the weeds detected in the trial area were determined (Table 5). The percentage effects varied de-

Table 4. Effects of herbicides on weed dry weights

Таблица 4. Влияние гербицидов на сухую массу сорняков

Applications	Weed dry matter (gr)	Effect (%)
Control	38.6a	0.00
2,4-D amine	5.01d	87.02
2,4-D EHE + Florasulam	6.19d	83.96
2,4-D amine + Fluazifop-p-butyl	3.05d	92.09
2,4-D tri-isopropyl amine tuzu + Picloram	2.12d	94.50
Bromoxynil + MCPA + dicamba + triasulfuron	16.8c	56.47
Dicamba + triasulfuron	19.2c	50.25
Bromoxynil + MCPA	29.5b	23.57
Halosulfuron-methyl	24.7b	36.01
F	210.91	
P	0.00	
R ² : 0,984		

In the study, the lowest weed dry weights were registered on the plots with 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram (2.12 g), 2,4-D amine + Fluazifop-p-butyl (3.05 g) and 2,4-D amine (5.01 g). The highest weed dry weights were obtained on the Bromoxynil + MCPA (29.5 g) plots (see Table 4), contrary to the study of L. Khan et al. (2016), who used five methods to control weeds in lawn areas, including mowing and hand weeding, herbicides with 2 active ingredients (fluroxypyr + MCPA and bromoxynil + MCPA), and weed control treatment. According to the measurements made before and after the herbicide application in the study, the lowest weed density per square meter was obtained on the bromoxynil + MCPA (12.99 units/m²) and fluroxypyr + MCPA (28.95 units/m²) plots. As a result, they stated that herbicides gave the highest effect on weeds in lawn areas. We believe that this was likely caused by the effectiveness of other different herbicides used in the study. In the present study, it was deter-

pending on the weed species and herbicides or their mixtures used.

The 2,4-D amine herbicide affected 9 species out of 14 weed species detected in the trial area. Among these weeds, the highest effect was seen in *Lactuca serriola* L. and *Malva sylvestris* weeds with the 100% effect rate. The 2,4-D EHE + Florasulam herbicide affected 9 weed species detected in the trial area and did not affect 5 weed species. The highest effect was observed against *Cirsium arvense* (L.) Scop. (100%). The 2,4-D amine + Fluazifop-p-butyl herbicide affected 13 weed species detected in the trial area. *Melilotus albus*, *Malva sylvestris* and *Cynodon dactylon* had the highest effect on weeds with the 100% effect rate. The 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram herbicide affected 13 species out of 14 weed species detected in the trial area. Among these weed species, *Cynodon dactylon*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Convolvulus arvensis*, *Rumex crispus* L., *Plantago lanceolata*, *P. ma-*

Table 5. The percentage effects of the applied herbicides on weed species
Таблица 5. Процентное воздействие применяемых гербицидов на виды сорняков

Weeds	2,4-D amine	2,4-D EHE + Florasulam	2,4-D amine + Fluazifop-p-butyl	2,4-D tri-isopropyl amine tuzu + Picloram	Bromoxynil + MCPA + dicamba + triasulfuron	Dicamba + triasulfuron	Bromoxynil + MCPA	Halosulfuron-methyl
<i>Trifolium repens</i>	82	71	78	100	35	0	10	0
<i>Cynodon dactylon</i>	0	0	100	100	0	0	0	25
<i>Trifolium pratense</i>	76	62	72	100	38	0	10	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	68	72	57	100	15	10	5	0
<i>Melilotus albus.</i>	98	68	100	48	14	0	0	0
<i>Rumex crispus</i>	67	58	45	100	38	15	10	0
<i>Lactuca serriola</i>	100	76	96	64	54	35	10	0
<i>Plantago lanceolata</i>	0	0	42	100	0	0	0	15
<i>Plantago major</i>	0	0	28	100	0	0	0	20
<i>Taraxacum officinale</i>	58	47	52	98	12	8	10	0
<i>Phragmites australis</i>	0	0	24	100	0	0	0	0
<i>Cirsium arvense</i>	56	100	54	96	100	100	5	0
<i>Malva sylvestris</i>	100	64	100	72	10	5	0	0
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

major and *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex St. showed the highest effect with the 100% effect rate. Bromoxynil + MCPA + dicamba + triasulfuron affected 9 of the weed species detected in the trial area. *Cirsium arvense* (100%) showed the highest effect among weed species. The Dicamba + triasulfuron herbicide affected 7 weed species detected in the trial area. The highest effect was recorded for *C. arvense* (100%). It was observed that the Bromoxynil + MCPA herbicide had a low effect against 7 weed species detected in the trial area. It was determined that the highest effect was against *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Rumex crispus*, *Lactuca serriola* and *Taraxacum officinale* weeds with the 10% effect rate. It was observed that the Halosulfuron-methyl herbicide affected 3 weed species detected in the trial area. It was observed that this herbicide affected weeds of *Cynodon dactylon* (25%), *Plantago major* (20%) and *P. lanceolata* (15%) (see Table 5). N. Altınışık and İ. Kadioğlu (2003) stated in their study that the percentage (%) effects of herbicides on weed species ranged from 85% to 100%. These values vary according to the weed species and the herbicides used. Similar results were obtained by K. Hockemeyer et al. (2019), who stated that the herbicides with different active ingredients used in their study generally controlled the weeds in the lawn areas, and the highest weed

control was observed in the plots where the herbicide with the 2,4-D + dicamba + MCPA active substance was applied.

In the study, 5 weed species with densities of 1 weed/m² and above were identified. These weed species were: *Trifolium repens* (5.49 weed/m²), *Cynodon dactylon* (3.24 weed/m²), *Trifolium pratense* (1.23 weed/m²), *Melilotus albus* (1.07 weed/m²) and *Convolvulus arvensis* (1.03 weed/m²) (see Table 3). In order to determine the effects of the herbicides applied in the study on these weed species, the percentage effects obtained in the three assessments were evaluated (Figure).

The percentage effects of the herbicides and weed densities varied according to the weed species of 1 weed/m² and above and the herbicides used. It was observed that 6 herbicides applied in the study affected *Trifolium repens* and the highest effect was shown by 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram (100%) in the last count. N. Altınışık and İ. Kadioğlu (2003) stated that the effects of the herbicides they used on *T. repens* varied between 90% and 98%. As a result of the study of the 3 herbicides used on *Cynodon dactylon*, it was observed that the highest effect was recorded for the 2,4-D amine + fluazifop-p-butyl and 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram herbicides with the 100% effectiveness. Six

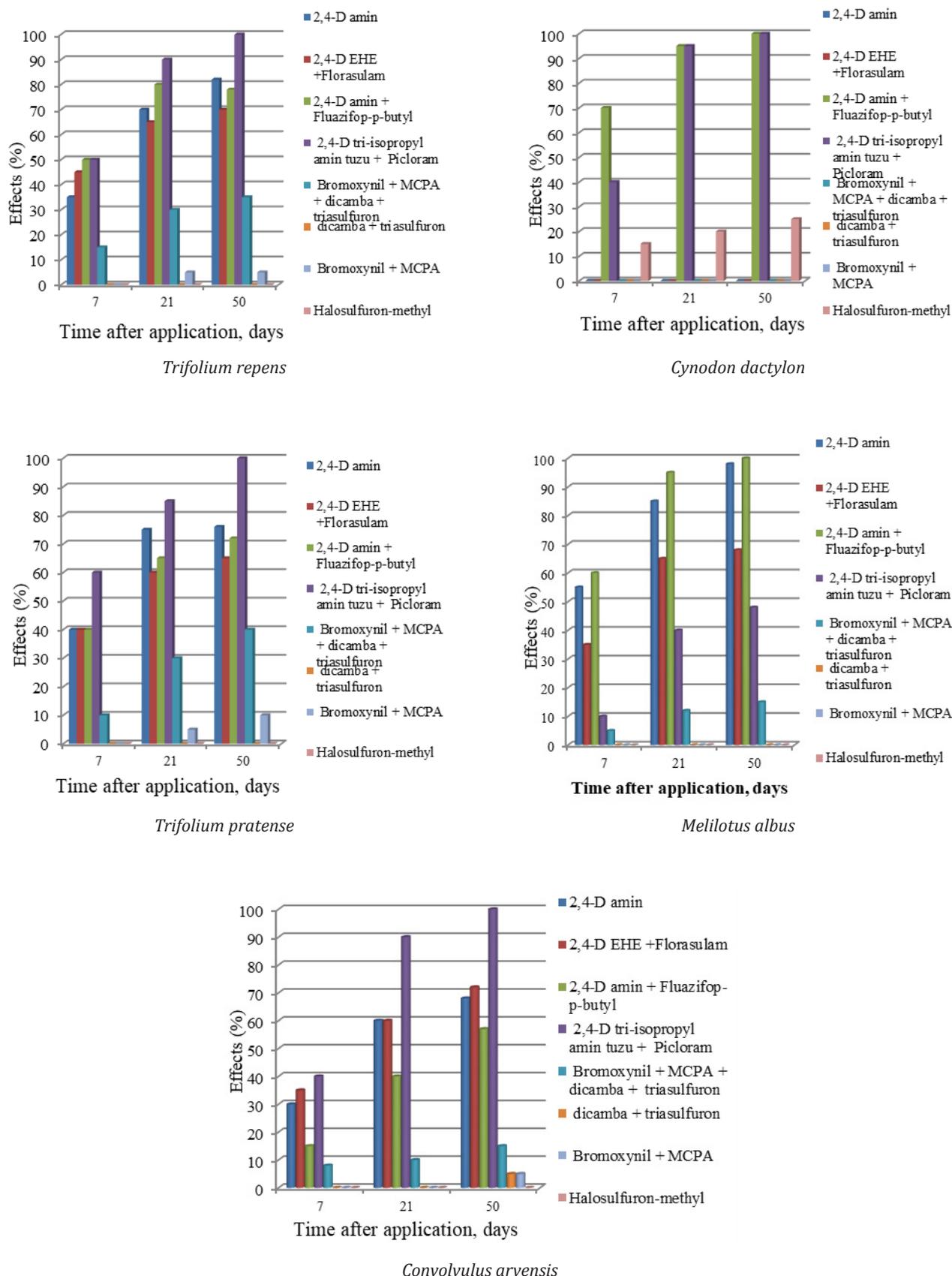


Figure. Percentage effects of herbicides applied in three assessments at different times on 5 weed species (*Trifolium repens* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Trifolium pratense* L., *Melilotus albus* Medik., and *Convolvulus arvensis* L.) whose densities were determined as 1 plant/m² and above

Рисунок. Процентное воздействие гербицидов, примененных в трех подсчетах в разное время на 5 видов сорняков (*Trifolium repens* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Trifolium pratense* L., *Melilotus albus* Medik., *Convolvulus arvensis* L.), чья плотность определялась как 1 растение/м² и выше

herbicides were effective against *Trifolium pratense*, and the highest effect was obtained in the 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram (100%) plots. When the percentage effects of the applied herbicides on *Melilotus albus* were evaluated, the highest effect was observed in the 2,4-D amine + Fluazifop-p-butyl (100%) plots. Seven of the herbicides used in the study were effective on *Convolvulus arvensis*. As a result of the study, it was observed that the highest effect was observed in the 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram plots with the 100% effect rate. According to the results of the current study, it can be concluded that most of the tested herbicides affected most of the troublesome weeds that were present in the experiment fields. Similar results were shown by J. J. Henderson (2021) who stated in his study that the highest weed control was obtained in the plots where herbicides were applied.

Conclusion

As a result of our study, a total of 14 weed species belonging to 8 families were identified in the experiment area. These weed species were in the first 5 order in terms of their densities: *Trifolium repens* (5.49 weed/m²), *Cynodon dactylon* (3.24 weed/m²), *Trifolium pratense* (1.23 weed/m²), *Melilotus albus* (1.07 weed/m²) and *Convolvulus arvensis* (1.03 weed/m²). The lowest weed dry weight (2.12 g) and high percentage effect (94.50%) were observed in the 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram plots. The 2,4-D amine + Fluazifop-p-butyl and 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram herbicides used in the study affected 13 weed species detected in the trial area. The 2,4-D amine, 2,4-D EHE + Florasulam and Bromoxynil + MCPA + dicamba + triasulfuron herbicides were effective against 9 weed species, Dicamba + triasulfuron and Bromoxynil + MCPA herbicides against 7 weed species, and Halosulfuron-methyl herbicide against 3 weed species. In addition, it was observed that the herbicides used in the study did not affect the *Ceratocarpus arenarius* L. weed species.

Considering the percentage effects of herbicides on these species according to the counts of the first 5 weed species with the highest density in the study, the percentage effects of the applied herbicides on *Trifolium repens* in the last count with the 100% effect rate were observed in the plots where 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram had been applied. It was shown that the 2,4-D amine + Fluazifop-p-butyl and 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram herbicides affected *Cynodon dactylon* with the 100% effect rate. When the percentage effects of the applied herbicides on *T. pratense* were evaluated, in the last count it was determined that the highest effect rate was demonstrated by the 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram (100%) herbicide. It was also determined that the highest percentage effect against *Melilotus albus* was shown by 2,4-D amine + Fluazifop-p-butyl (100%). When the percentage effects of the applied herbicides on *Convolvulus arvensis* were evaluated, in the last assessment it was observed that the 2,4-D tri-isopropyl amine salt + Picloram herbicide had the highest percentage effect on *C. arvensis*. Considering the results of the study, it was concluded that 2,4 D and its mixtures can be used effectively and economically for the control of most broad-leaved weeds found in turfgrass. Ultimately, it can be stated that herbicides can be the most significant solution for suppressing weed populations in highly infested turfgrass areas, if there are no other alternative control options effective against weeds in turfgrass. Further research is needed to assess herbicide effects on other weed species and in turfgrass fields established with different species.

References / Литература

- Açıkğöz E. Çim alanları yapım ve bakım tekniği kitabı. Bursa: Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü; 1993. [in Turkish]
- ALMANAC. 13 Common garden weeds: [site]. Available from: <https://www.almanac.com/content/common-garden-weeds> [accessed Feb. 05, 2022].
- Altınışık N., Kadioğlu İ. Sabiha Gökçen Uluslararası Havaalanı'nda yeşil alan ve yeşil alan dışındaki yabancı otlar ve mücadele yöntemleri üzerine araştırmalar. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2003;20(2):1-8. [in Turkish]
- Davis P.H. (ed.). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vols. 1-9. Edinburgh: Edinburgh University Press; 1965-1985.
- Efe E., Bek Y., Şahin M. SPSS' de Çözümleri ile İSTATİSTİKİ YÖNTEMLER II. Kahramanmaraş sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları No. 10; 2000. [in Turkish] Available from: <https://pdf4pro.com/view/spss-te-199-246-z-252-mleri-ile-stat-st-k-y-214-ntemler-ii-5b1f20.html> [accessed Feb. 02, 2022].
- Fagerness M.J. Weed control in home lawns. Manhattan, KS: Kansas State University; 2001. Available from: <https://bookstore.ksre.ksu.edu/pubs/mf2385.pdf> [accessed Jan. 19, 2022].
- Fischer J. Larsen S.U. Afprøvning af metoder til pesticidfri ukrudtsbekæmpelse ved pleje a græs på fodboldbaner og golfbaner. Hørsholm: Skov & Landskab; 2002. [in Danish]
- Henderson J.J. A new device for selective mechanical broadleaf weed control in turfgrass. *International Turfgrass Society Research Journal*. 2021:1-8. DOI: 10.1002/its2.26
- Hockemeyer K., Koch P.L. Alternative and low-use-rate herbicides offer similar levels of weed control to current standards in turfgrass lawns in the Upper Midwest. *Crop, Forage and Turfgrass Management*. 2019;5(1):1-6. DOI: 10.2134/cftm2019.05.0042
- Kamal-Uddin M.D., Juraimi A.S., Begum M., Ismail M.R., Rahim A.A., Othman R. Floristic composition of weed community in turf grass area of west peninsular Malaysia. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2009;11(1):13-20.
- Khan L., ul Amin N., Hussain Z., Luqman, Shah K., Khan M.A. et al. Importance value indices of various weeds and their management in turf grass. *Pure and Applied Biology*. 2016;5(4):804-814. DOI: 10.19045/bspab.2016.50024
- Kitiş Y.E. Çim alanlarında yabancı ot mücadelesi. *Tarım Günlüğü Dergisi*. 2011;2:18-22. [in Turkish]
- Kuşvuran A. Rekreasyon alanlarında kullanılan çim örtülerinin çevre, insan sağlığı ve estetik yönden değerlendirilmesi. In: Ö. Tütüncü, Kozak N. (eds). *I. Rekreasyon Araştırmaları Kongresi, 12-15 Nisan 2012, Kemer, Antalya, Bildiri Kitabı*. Ankara; 2012. p.509-523. [in Turkish]
- Larsen S.U., Kristoffersen P., Fischer J. Turfgrass management and weed control without pesticides on football pitches in Denmark. *Pest Management Science*. 2004;60(6):579-587. DOI: 10.1002/ps.845
- Maciel C.D.G., Poletine J.P., Aquino C.J.R., Ferreira D.M., Maio R.M.D. Floristic composition of the weed community in *Paspalum notatum* flügge turfgrasses in Assis, SP. *Planta Daninha*. 2008;26(1):57-64.
- MGM. Meteoroloji Genel Müdürlüğü: [site]. Available from: <https://www.mgm.gov.tr/2020> [accessed Feb. 04, 2022].
- Odom E.P. Fundamentals of ecology. 3rd ed. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company; 1971.

- Oral N., Açıkgöz E. Effects of nitrogen application timing on growth and quality of a turfgrass mixture. *Journal of Plant Nutrition*. 2001;24(1):101-109. DOI: 10.1081/PLN-100000315
- Raikes C., Lepp N.W., Canaway P.M. Major diseases, pests and weeds of winter sports turf. II. A questionnaire survey of local authorities. *Journal of the Sports Turf Research Institute*. 1994;70:83-99.
- Snedecor W.G., Cochran G.W. Statistical methods. 6th ed. Ames, IA: The Iowa State University Press; 1967.
- Sözeri S., Maden S., Yazgan M.E., Açıksöz S., Kendir H., Dilek E.F. et al. Orta Anadolu koşullarında çim alan tesisinde yabancı otlarla mücadele olanaklarının araştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 1998;4(2):8-14. [in Turkish]
- Şanlıtürk N.G. Çim alanlarında sorun olan yabancı otlar ve kimyasal mücadele olanaklarının araştırılması. İzmir; Ege Üniversitesi; 2009. [in Turkish]
- TAGEM. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Tarım ve Orman Bakanlığı. Yabancı Ot Standart İlaç Deneme Metotları. Belgeler. 2020. [in Turkish] Available from: <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Yabanc%C4%B1%20Ot%20Standart%20%C4%B0la%C3%A7%20Deneme%20Metotlar%C4%B1.pdf> [accessed Feb. 04, 2022].
- Taştan B., Erciş A. Ankara ili çim alanlarındaki yabancı ot türleri, yoğunlukları ve kimyasal mücadelesi. *Ziraat Mücadele Araçları*. 1994;24-25:192. [in Turkish]
- Tepe I. Türkiye’de Tarım ve tarım dışı alanlarda sorun olan yabancı otlar ve mücadeleleri kitabı. Van; 1998. [in Turkish]
- Travlos I., Rapti E., Gazoulis I., Kanatas P., Tataridas A., Kakabouki I. et al. The herbicidal potential of different pelargonic acid products and essential oils against several important weed species. *Agronomy*. 2020;10(11):1687. DOI: 10.3390/agronomy10111687
- Turgeon A.J., Kral D.M., Viney M.K. Turf weeds and their control, Madison, WI: American Society of Agronomy; 1994.
- ULUSOY TOHUMCULUK. Bunları Biliyor musunuz: [site]. [in Turkish] Available from: <https://www.ulusoysed.com.tr/teknik/bunlari-biliyor-musunuz/> [accessed Feb. 02, 2022].
- Watschke T.L. Turfgrass weed control and growth regulation. In: *Proceedings of the Fifth International Turfgrass Society Research Conference*. Paris: International Turfgrass Society and INRA; 1985. p.63-80.
- Watschke T.L., Dernoeden P.H., Shetlar D.J. *Managing turfgrass pests*, London: Lewis Publishers; 1995.
- Xing A.C., Qiang W., Ping Z.A., Fen D., Ming L.X. Survey of weeds in turf in Hangzhou. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*. 2000;12:360-362.
- Yılmaz Ş., Hurmanlı İ. Akdeniz Bölgesinde bozulmuş çim alanlarında üstten tohumlamının çim kalitesine etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 2016;25(2):246-252. [in Turkish]

Information about the authors

Ramazan Gürbüz, Department of Herbology, Faculty of Agriculture, Iğdır University, Şht. Bülent Yurtseven and Karaağaç Campus, Iğdır 76000, Turkey, r_grbz@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0003-3558-9823>

Harun Alptekin, Department of Agricultural Sciences, Postgraduate Education Institute, Iğdır University, Şht. Bülent Yurtseven and Karaağaç Campus, Iğdır 76000, Turkey, harunalptekinn04@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9319-311X>

Информация об авторах

Рамазан Гюрбюз, кафедра травологии, факультет сельского хозяйства, Ыгдырский университет, 76000 Турция, Ыгдыр, кампус Бюлента Юрцевена и Караагач, r_grbz@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0003-3558-9823>

Харун Алптекин, департамент сельскохозяйственных наук, институт последипломного образования, Ыгдырский университет, 76000 Турция, Ыгдыр, кампус Бюлента Юрцевена и Караагач, harunalptekinn04@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9319-311X>

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The article was submitted on 15.03.2022; approved after reviewing on 20.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022. Статья поступила в редакцию 15.03.2022; одобрена после рецензирования 20.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

Original article

UDC 634.63

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-169-176



Impacts of the olive fruit fly on the 'Cyprus Local' and 'Gemlik' olive cultivars

Murat Helvacı, İbrahim Kahramanoğlu

European University of Lefke, Gemikonagi, Northern Cyprus

Corresponding author: Murat Helvacı, mhelvacı@eul.edu.tr

The objective of this study was to investigate damage rate and impact of *Bactrocera oleae* on olive oil quality on the 'Cyprus Local' and 'Gemlik' cultivars in Northern Cyprus. This study included 11 olive groves which were located in two different districts. A total of 11 olive groves from two separate cities (Güzelyurt and Girne) were selected during the maturity time where cvs, 'Cyprus Local' and 'Gemlik' are grown intensively. Two hundred and fifty fruits (25 fruits/10 trees) were randomly selected from each orchard and the damaged fruits were counted. These data were compared with the environmental conditions to determine relationships among the damage rates and environmental conditions.

The results showed that the damage rate of olive fruit fly had a moderate correlation with the temperature, while the temperatures above 20°C were found to provoke the highest damage rate on both cultivars. Moreover, the results showed that cv. 'Cyprus Local' is more sensitive to olive fruit fly damage, especially at higher temperatures. An important result of the current work is that an increase in the damage rate raises the acidity ratio of the fruits and reduces the fruit quality.

Keywords: *Bactrocera oleae*, climatic conditions, olive oil quality, damage rate

Acknowledgements: the authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Helvacı M., Kahramanoğlu İ. Impacts of the olive fruit fly on the 'Cyprus local' and 'Gemlik' olive cultivars. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):169-176. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-169-176

Научная статья
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-169-176

Воздействие оливковой плодовой мухи на сорта оливы 'Сургус local' и 'Gemlik'

М. Хелваджи, И. Кахраманоглу

Европейский университет Лефке, Гемиконаги, Северный Кипр

Автор, ответственный за переписку: Мурат Хелваджи, mhelvacı@eul.edu.tr

Целью этого исследования было изучение степени повреждения и влияния *Bactrocera oleae* на качество оливкового масла сортов 'Сургус Local' и 'Gemlik' на Северном Кипре. В исследование входили 11 оливковых рощ, которые расположены в двух разных регионах. В общей сложности 11 оливковых рощ в двух разных городах (Гюцелюрт и Гирне), где сорта 'Сургус Local' и 'Gemlik' интенсивно выращиваются, были выбраны в сезон созревания плодов. Двести пятьдесят плодов (25 плодов/10 деревьев) произвольно выбрали из каждого сада и подсчитали поврежденные плоды. Эти данные сопоставили с условиями окружающей среды, чтобы определить взаимосвязь между степенью повреждения и экологическими условиями.

Результаты показали, что степень повреждения оливковой плодовой мухой имеет умеренную корреляцию с температурой, а температура выше +20°C приводит к наибольшей степени повреждения обоих сортов. Более того, результаты показали, что сорт 'Сургус Local' более чувствителен к повреждению оливковой плодовой мухой, особенно при более высоких температурах. Важным результатом текущей работы является то, что увеличение степени повреждения увеличивает коэффициент кислотности плодов и снижает качество плодов.

Ключевые слова: *Bactrocera oleae*, климатические условия, качество оливкового масла, степень повреждения

Благодарности: авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Хелваджи М., Кахраманоглу И. Воздействие оливковой плодовой мухи на сорта оливы 'Сургус Local' и 'Gemlik'. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):169-176. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-169-176

Introduction

The origin of olive (*Olea europaea* L.) is Upper Mesopotamia and Southern Asia Minor, which includes the Southeast Anatolia region (Heywood, 1978). The distribution of this fruit in the world was realized in 3 ways. The first was Morocco and Tunisia via Egypt, the second was the Aegean Islands, Italy, Spain and Greece through Anatolia, and the third was China and Pakistan via Iran. Firstly, it was cultivated and improved by the Semites (Özkaya et al., 2008). Olive oils contain important bioactive compounds and are rich in oleic acid which has beneficial health effects, including positive effects on gut microbiota, and reduction of cardiovascular diseases, hypertension and cancer (Gavahian et al., 2019). The quality and bioactive composition of olive oil are known to be significantly affected by the planting system (Usanmaz et al., 2019), genetics and environment (Hajdarov, 2016; Navas-López et al., 2020), irrigation practices (Siakou et al., 2021), plant nutrition (Nargesi et al., 2022), and pest damages (Mraicha et al., 2010; Martínez-Pertíñez, Vélez, 2020).

Olive is a Mediterranean plant grown on a limited area in 30 countries in the northern hemisphere and 8 countries in the southern hemisphere, between the latitudes of 30–45 degrees in the world. Ninety-eight percent of the olive tree in the world is dominant in this region, which is also called the Mediterranean basin (Öztürk et al., 2009). Cyprus and Crete are the islands where olives were first cultivated, and they were the first distribution points of the olive tree to the Mediterranean countries where its cultivation is widespread today; therefore, they were recognized as the second homeland of olives. It is accepted that the olive spread to the Greek and Aegean regions via Crete and to the North African coasts via Cyprus. It is reported that olive fruits have been used as food since the Neolithic age (6000–3000 BC) and olive cultivation has been carried out since the late Bronze Age in Cyprus (Orphanides, 2017). Today, there are many olive trees more than 1000 years old: these are monumental trees in Northern Cyprus. The most beautiful examples of them are found collectively in a valley in Güzelyurt District (Kalkanlı). These olives were taken under protection as monumental trees in 2007. In this research, the 'Cyprus Local' and 'Gemlik' olive cultivars were selected for investigation. The country of genetic origin for cv. 'Gemlik' is Turkey (Belaj et al., 2002), and Eastern Mediterranean for cv. 'Cyprus Local' (Anestiadou et al., 2017).

Being important production areas in history, the slopes of the Girne Mountains and the Lefke-Yedidalga area still maintain their importance today in Northern Cyprus. However, the excessive and distorted construction that has arisen due to tourism and second house construction in the last few years causes great destruction in the olive groves in Girne District (Tozlu, 2007). There are insect pests such as olive fruit fly (*Bactrocera oleae* Gml.), black scale (*Saissetia oleae* Oliver), olive moth (*Prays oleae*), olive weevils and olive thrips (*Liothrips oleae* Costa) which affect the quantity and quality of olives and olive oil. Among these, *Bactrocera oleae* is the most significant insect in terms of the damage to olives before harvest (Diraman, 2007). Olive fruit fly is the major and destructive insect among these pests. Olive fruit fly lays its eggs inside the developing fruit, the larvae feed and grow in the mesocarp of the fruit, and the fruits fall down before they mature. In this case, it is not appropriate to use the fruits as table consumption products or for olive oil: if it is done, the quality of olive oil is very low (Skouras et al., 2007). In a study on this subject, the damage rate of olive fruit fly was determined for cv. 'Memecik' which is grown in Aydın Province, Turkey, and the highest damage rate was determined as 8.9% and 3.7% in Dalama

and Çakmar Districts, Aydın Province, respectively (Apak, Başpınar, 2021). Under no-control conditions, yield losses due to this pest reached up to 20–30% in normal years and up to 70% in epidemic years (Bozbuğa, Ulusoy, 2008). In this research, the aim was to detect the damage rate and impact of *B. oleae* on olive oil acidity for the 'Cyprus Local' and 'Gemlik' olive cultivars that are grown in Güzelyurt and Girne Districts of Northern Cyprus. It was also aimed to determine the relationships between the environmental conditions and the damage rate.

Material and methods

This research was conducted to determine the damage rate of *Bactrocera oleae* and its effect on olive oil quality in 11 olive orchards with the 'Cyprus Local' and 'Gemlik' olive cultivars in Güzelyurt (6 orchards) and Girne (5 orchards) Districts, where olive cultivation is intense, in the TRNC between 2015 and 2016. Climatic data in Güzelyurt and Girne Districts where the study was carried out were obtained as follows: for 2015, the data were taken from the Statistics Yearbook published by the State Planning Organization of the TRNC in January 2017, and the data for 2016 were taken from the Meteorology Department of the Ministry of Tourism and Environment, and used in this study. In order to determine the damage rate, the chemical control method was applied in the orchards where fruit samples were taken and an insecticide was applied in different growing periods for both olive cultivars (Table 1).

In the period when the fruits started to be oiled, in 11 olive groves selected in Girne and Güzelyurt Districts, where 'Cyprus Local' and 'Gemlik' are grown intensively, 250 fruits (25 fruits/10 trees) were randomly selected from each orchard and the count of damaged fruits was made. The harvesting time for cv. 'Cyprus Local' is December, and September for cv. 'Gemlik' in each district. It is known that *B. oleae* causes both direct product losses and a significant increase in oil acidity due to the damage on table and oil cultivars.

For this reason, 0.5 L of oil was taken in the olive oil squeezing process of the producer after harvest in order to determine the effect of the insect on olive oil quality. Olive oil was extracted from a bulk of olive samples per orchard for each treatment using an industrial olive mill.

The malaxation temperature was +28°C for 30 min. The oil was then separated with a vertical centrifuge; and thus left to decant. Afterwards, oil samples were filtered and kept in 100 mL dark bottles at 4°C until the analysis (Usanmaz et al., 2019). The analyses of these olive oil samples were made in the laboratory under the Ministry of Agriculture and Natural Resources. The relationships between the olive fruit fly population density and damage rate were statistically demonstrated. The effects of the temperature, cultivar, area and altitude on the olive fly damage rate were compared with SPSS 20.0 using ANOVA and T-test, and average values were determined by Duncan's multiple test. The effect of the damage rate on olive oil quality was compared with SPSS 20.0 using ANOVA and T-test, and average values were determined by Duncan's multiple test.

Results

This study was carried out to determine the damage rate of fruits surveyed from selected 11 orchards, Güzelyurt (6) and Girne Districts (5). As a result of the counts, the damage rate of olive fruit fly in each orchard was determined (Table 2, 3). The evaluation of the first year data showed that the highest damage rate (75.6%) was obtained from the 1st or-

Table 1. Chemical applications in orchards where the olive fruit fly damage rate was determined (2015 and 2016)
Таблица 1. Применение химикатов в садах, где определялась степень поражения оливковой плодовой мухой (2015 и 2016 г.)

Name	Cultivar	Location	Insecticide	Application date	Application period
1st year data (2015) Güzelyurt district					
Erten Kurnaz	Cyprus Local	Kalkanlı 1	Dimethoate	July	Fruit
Arife Kandulu	Gemlik	Kalkanlı 2	Dimethoate	July–August	Bud and fruit
Ümit Zeki	Gemlik	Zümrütköy	Dimethoate	July–August	Bud and fruit
Erkin Bilgin	Gemlik	Yeşilyurt	Dimethoate	August	Fruit
Hasan Ergel	Gemlik	Doğancı	Dimethoate	July–August	Bud and fruit
Hüseyin Mahmutoğlu	Cyprus Local	Çamlıköy	Dimethoate	July	Fruit
1st year data (2015) Girne district					
Talip Sancar	Gemlik	Geçitköy	Dimethoate	May	Before and after flowering
Ufuk Hacıelmas	Cyprus Local	Lapta 1	Dimethoate	March	Flowering
Andaç Kireççi	Cyprus Local	Lapta 2	Dimethoate	March–June	Bud and fruit
İrfan Candemir	Cyprus Local	Zeytinlik	-	-	-
Tanser Nizam	Cyprus Local	Karakum	Dimethoate	July	Fruit
2nd year data (2016) Güzelyurt district					
Erten Kurnaz	Cyprus Local	Kalkanlı 1	Dimethoate	July–August	Fruit
Arife Kandulu	Gemlik	Kalkanlı 2	Dimethoate	June–July	Bud and fruit
Ümit Zeki	Gemlik	Zümrütköy	Dimethoate and Delthamethrin	April–June–July–August	Flowering and fruit
Hasan Ergel	Gemlik	Doğancı	-	-	-
Erkin Bilgin	Gemlik	Yeşilyurt	-	-	-
Hüseyin Mahmutoğlu	Cyprus Local	Çamlıköy	Dimethoate	August	Fruit
2nd year data (2016) Girne district					
Talip Sancar	Gemlik	Geçitköy	Dimethoate	July	Fruit
Ufuk Hacıelmas	Cyprus Local	Lapta	-	-	-
Andaç Kireççi	Cyprus Local	Lapta	Dimethoate	May–September	Flowering and fruit
İrfan Candemir	Cyprus Local	Zeytinlik	-	-	-
Tanser Nizam	Cyprus Local	Karakum	Dimethoate	July	Fruit

Table 2. Damage and acid ratios obtained from fruit samples taken from orchards in 2015**Таблица 2. Показатели повреждения и кислотности, полученные у образцов плодов, взятых из садов в 2015 г.**

District	Location	Cultivar	Usage	Damage rate (%)	Acidity ratio (%)
Güzelyurt	Kalkanlı	Cyprus Local	Oil and table	6.4	3.1
	Kalkanlı	Gemlik	Oil and table	2.0	0.8
	Zümrütköy	Gemlik	Oil and table	2.0	1.4
	Doğancı	Gemlik	Oil and table	4.4	3.8
	Yeşilyurt	Gemlik	Oil and table	8.0	3.7
	Çamlıköy	Cyprus Local	Oil and table	8.4	3.7
Girne	Geçitköy	Gemlik	Oil and table	17.2	2.3
	Lapta 1	Cyprus Local	Oil and table	75.6	5.2
	Lapta 2	Cyprus Local	Oil and table	12.0	2.2
	Zeytinlik	Cyprus Local	Oil and table	28.0	5.6
	Karakum	Cyprus Local	Oil and table	60.4	4.8

Table 3. Damage and acid ratios obtained from fruit samples taken from orchards in 2016**Таблица 3. Показатели повреждения и кислотности, полученные у образцов плодов, взятых из садов в 2016 г.**

District	Location	Cultivar	Usage	Damage rate (%)
Güzelyurt	Kalkanlı 1	Cyprus Local	Oil and table	11.2
	Kalkanlı 2	Gemlik	Oil and table	14.4
	Zümrütköy	Gemlik	Oil and table	5.2
	Doğancı	Gemlik	Oil and table	29.2
	Yeşilyurt	Gemlik	Oil and table	20.8
	Çamlıköy	Cyprus Local	Oil and table	49.6
Girne	Geçitköy	Gemlik	Oil and table	4.4
	Lapta 1	Cyprus Local	Oil and table	83.2
	Lapta 2	Cyprus Local	Oil and table	11.6
	Zeytinlik	Cyprus Local	Oil and table	44.4
	Karakum	Cyprus Local	Oil and table	50.4

chard in Lapta, followed by the second highest damage rate (60.4%) in Karakum, Girne District. The most important factor in the high damage rate was the inadequate and wrong practices in the management against this insect pest. One of the best examples to be given to this interpretation is the application of insecticides in March (flowering period) in the 1st orchard in Lapta (see Table 1). Even if there were adult flies in the environment, the insecticide thrown during this period

was wasted because there was no fruit. As a result of the study conducted in 11 orchards on the damage rate of olive fruit fly, the lowest damage rate was found in the 2nd orchard in Kalkanlı (2%) and Zümrütköy (2%) in Güzelyurt District.

Considering the relationship between the cultivar, temperature and damage rate, the maximum damage rate on cv. 'Gemlik' (18.4%) was observed when the temperature reached above 20°C and was noted to decrease when the tem-

perature reduced. Similar results were observed for cv. 'Cyprus Local': the highest damage rate (47.4%) was detected at the temperature > 20°C and a decrease was observed in the damage rate when the temperature reduced below 15°C (Table 4).

A moderately significant positive correlation was found between the mean temperature and damaged fruit (Pearson's correlation: +0.523; P = 0.01). This means that when the temperature rises there is a moderate increase in the damage rate. The results indicated that the adult female population and the damage rate correlated, but the mean air temperature also affected the damage rate. In this way, the correlation be-

tween the adult female population and the damage rate was moderate, due to a decrease in olive fruit fly motility and egg laying at higher temperatures (see Table 4 and Table 5).

As expected, a moderate positive to high correlation was found between the damage rate and acidity ratio (Pearson's correlation: +0.735; P = 0.01). The lowest acidity rate was measured in the 2nd olive orchard (0.8%) in Kalkanlı where the damage rate was determined as 2%, and the highest acidity rate was measured in the 1st olive orchard in Lapta where the damage rate was 75.6% (5.6%). Adults of this insect are active between 20°C and 30°C, but above this temperature the behavior of the adults deteriorates and they move quickly to

Table 4. Interaction between cultivar/temperature and olive fruit fly damage/population

Таблица 4. Взаимодействие сорта/температуры и повреждения/популяции оливковой плодовой мухи

Cultivar	Temperature	Damage rate (%)	Male population	Female population
Gemlik	< 15°C	4.1 b	16.8 b	20.5 a
	15–20°C	17.3 a	18.1 a	13.3 c
	> 20°C	18.4 a	18.8 a	18.3 b
Cyprus Local	< 15°C	7.4 b	17.9 b	32.4 c
	15–20°C	39.3 b	100.9 a	103.9 b
	> 20°C	47.4 a	99.6 a	116.5 a

Note: according to Duncan's multiple test (5%), no significant difference was detected between the data shown with the same letter or letters in the same column separately for each cultivar

Примечание: по множественному критерию Дункана (5%) не выявлено достоверного различия между данными, обозначенными одной буквой или буквами в одном столбце отдельно для каждого сорта

Table 5. Olive fruit fly damage rates and total number of female and male individuals identified in 2015 and 2016 in olive orchards in Güzelyurt and Girne Districts

Таблица 5. Показатели повреждения оливковой плодовой мухой и общее количество особей женского и мужского пола, определенные в 2015 и 2016 г. в оливковых садах в районах Гюцелюрт и Гирне

District	Orchard	Damage rate (%)			Adult population (male) (#/trap)			Adult population (female) (#/trap)		
		2015	2016	Mean	2015	2016	Mean	2015	2016	Mean
Güzelyurt	Kalkanlı 1	6.4 f-g	11.6 g	9.0 g-h	9.33 i	15.16 i	12.25 e	17.83 h	18.83 h	18.33 de
	Kalkanlı 2	2.0 g	14.0 g	8.0 g-h	27.83 g	15.0 i	21.41 e	45.83 ef	22.83 g	34.33 cd
	Zümrütköy	2.0 g	5.2 h	3.6 i	2.5 j	11.33 j	6.9 e	2.3 k	9.6 jk	6.0 e
	Yeşilyurt	8.0 e-f	20.8 f	14.4 e-f	11.0 i	41.16 f	26.08 e	8.8 j	13.33 i	11.08 de
	Doğancı	4.4 f-g	29.2 e	16.8 e	25.66 g	4.6 k	15.16 e	25.16 g	3.6 l	14.41 de
	Çamlıköy	8.4 e-f	48.4 c	28.4 d	26.5 g	5.0 k	15.75 e	47.0 e	8.33 k	27.66 de
Girne	Karakum	60.4 b	50.4 c	55.4 b	256.33 a	109.16 c	182.75 a	246.83 a	68.5 d	157.66 a
	Lapta 1	75.6 a	83.2 a	79.4 a	50.16 e	75.33 e	62.75 d	54.83 d	131.66 b	93.25 b
	Lapta 2	12.0 e	11.6 g	11.8 f-h	110.33 c	124.0 b	117.16 c	127.83 c	145.5 a	136.66 a
	Zeytinlik	28.0 c	44.4 d	36.2 c	168.16 b	89.83 d	129.0 bc	166.83 b	120.3 c	143.58 a
	Geçitköy	17.2 d	4.4 h	10.8 f-h	18.33 h	18.83 h	18.58 e	17.0 hi	18.33 h	17.66 de

Note: according to Duncan's multiple test (5%), no significant difference was detected between the data shown with the same letter or letters in the same column separately for each cultivar

Примечание: по множественному критерию Дункана (5%) не выявлено достоверного различия между данными, обозначенными одной буквой или буквами в одном столбце отдельно для каждого сорта

the right and left, thus preventing the adult females from laying eggs in the fruit. Besides, olive fruit fly's activity stops at temperatures above 35°C (Wang et al, 2009). In order to detect the effect of this insect on the acidity of olive oil, samples were obtained only in 2015 from orchards where fruit samples were taken and could not be repeated in 2016 due to the periodicity.

After the olive oil squeezing by the producers, 0.5 L was taken from the producer and the acidity analyses were performed. A conclusion was made that the olive oil samples taken from the 2nd olive orchard in Lapta and Geçitköy, Girne District, had the best acidity ratio, and the samples taken from the 2nd olive orchard in Kalkanlı and Zümrütköy, Güzelyurt District, had the best acidity ratio (see Table 4). As expected, a moderate positive to high correlation was found between the damage rate and the acidity ratio. The lowest acidity ratio was obtained in the 2nd olive orchard (0.8%) in Kalkanlı, where the damage rate was 2%, and the highest acidity rate was measured in the 1st olive orchard in Lapta, where the damage rate was determined as 75.6% (5.6%). It was ascertained that the obtained oil analysis results were inconsistent with the damage rate in olives due to the fact that the producers cleaned damaged fruits before the squeezing operation.

Discussion

Bactrocera oleae is the most destructive insect in olive cultivation due to both yield losses and increased acidity of olive oil (Bjelis, 2009). The results showed that the adult female population and damage rate increased at temperatures of 20°C and above. The adult population and damage rate developed in parallel with each other. T. Perović and S. Hrnčić (2013) determined that high air temperatures (20–26°C) caused water loss and wrinkling in olive fruits, and the olive fly had no suitable environment for egg laying. According to the results of this study, a decrease in the damage rate was observed in a high humidity environment. In order to determine the damage rate of olive fruit fly in 2015 and 2016, 250 fruits were randomly collected from each orchard and the highest damage rate was observed in the 1st olive orchard in Lapta (75.6%), while the 2nd highest damage rate was in the orchard in Karakum Village (60.4%), Girne District. In 2016, the maximum damage rate was detected in the 1st olive orchard in Lapta (83.2%), as in 2015, and 2nd highest damage rate was registered in Karakum (50.4%), Girne District. The lowest damage rate was found in the 2nd orchard in Kalkanlı (2%) and Zümrütköy (2%), Güzelyurt District. In both orchards, cv. 'Gemlik' is cultivated and the harvesting is done in September. In this period, the high temperatures in Güzelyurt District cause deformation in olive fruits, and this situation is not suitable for oviposition. Therefore, the lowest damage rate was observed in both orchards. In addition, the reason for the high sensitivity of cv. 'Cyprus Local' to olive fruit fly is that olive fruit fly larvae feed on fruit flesh and the fruit of this cultivar is morphologically (fruit flesh thickness) suitable for olive fruit fly to lay eggs and for feeding of larvae, which may cause a high damage rate in the orchards where this cultivar is grown.

In this study, the effect of this insect on olive oil acidity was analyzed. Olive oil samples (0.5 L) were obtained from the orchards where traps were hung after the harvest in 2015. It was determined that the olive oil samples obtained from the 2nd orchard in Kalkanlı, Güzelyurt District, had the best acidity ratio. In 2016, olive oil samples could not be taken because there was not enough olive fruit in the orchards due to periodicity.

Conclusion

This is the first study in Northern Cyprus explaining the relationships between the air temperature and olive fruit fly damage. The results demonstrated that the temperatures above 20°C favor both male and female populations of the fly and increase the damage rate on the fruits. Moreover, an increase in the damage rate significantly increases the acidity ratio of olive oil.

References / Литература

- Anestiadou K., Nikoloudakis N., Hagidimitriou M., Katsiotis A. Monumental olive trees of Cyprus contributed to the establishment of the contemporary olive germplasm. *PLoS One*. 2017;12(11):e0187697. DOI: 10.1371/journal.pone.0187697
- Apak F.K., Başpınar H. Population dynamics of olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) (Diptera: Tephritidae) and its damage in Aydın Province. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*. 2021;9(3):607-614. DOI: 10.24925/turjaf.v9i3.607-614.4152
- Belaj A., Satovic Z., Rallo L., Trujillo I. Genetic diversity and relationships in olive (*Olea europaea* L.) germplasm collections as determined by randomly amplified polymorphic DNA. *Theoretical and Applied Genetics*. 2002;105(4):638-644. DOI: 10.1007/s00122-002-0981-6
- Bjelis M. Control of olive fruit fly – *Bactrocera oleae* Rossi (Diptera, Tephritidae) by mass trapping and bait sprays methods in Dalmatia. In: *Zbornik predavanj in referatov 9. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Nova Gorica, Slovenije, 4–5 marec 2009*. Nova Gorica; 2009. p.397-401.
- Bozbuğa R., Ulusoy M.R. Adana ilinde zeytin sineği, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae)'nin popülasyon takibi ve vuruk oranlarının belirlenmesi. *Çukuroca Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. 2008;17(8):41-50. [in Turkish]
- Dıraman H. Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* GML.) zararlısının zeytinyağının yağ asitleri bileşimi üzerine etkisi. *GIDA*. 2007;32(5):219-226. [in Turkish]
- Gavahian M., Khaneghah A.M., Lorenzo J.M., Munekata P.E., Garcia-Mantrana I., Collado M.C et al. Health benefits of olive oil and its components: Impacts on gut microbiota antioxidant activities, and prevention of noncommunicable diseases. *Trends in Food Science and Technology*. 2019;88:220-227. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.03.008
- Hajdarov K.K. The modern area of distribution and life forms of Russian olive (*Elaeagnus orientalis* L.), and the origin of its cultivated forms. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2016;177(3):38-46. DOI: 10.30901/2227-8834-2016-3-38-46
- Heywood V.H. Flowering plants of the world. Oxford: Oxford University Press; 1978.
- Martínez-Pertíñez Á., Vélez P.M. A *Bactrocera oleae* (Rossi) damage estimation model to anticipate pest control strategies in olive production. *Crop Protection*. 2020;137:105281. DOI: 10.1016/j.cropro.2020.105281
- Mraicha F., Ksantini M., Zouch O., Ayadi M., Sayadi S., Bouaziz M. Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from Chemlali cultivar during ripening. *Food and Chemical Toxicology*. 2010;48(11):3235-3241. DOI: 10.1016/j.fct.2010.08.031
- Nargesi M.M., Sedaghatoor S., Hashemabadi D. Effect of foliar application of amino acid, humic acid and fulvic acid on the oil content and quality of olive. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2022;29(5):3473-3481. DOI: 10.1016/j.sjbs.2022.02.034

- Navas-López J.F., Cano J., de la Rosa R., Velasco L., León L. Genotype by environment interaction for oil quality components in olive tree. *European Journal of Agronomy*. 2020;119:126115. DOI: 10.1016/j.eja.2020.126115
- Orphanides A.G. Late Bronze Age socio-economic and political organization, and the hellenization of Cyprus. *Athens Journal of History*. 2017;3(1):7-20. DOI: 10.30958/ajhis.3-1-1
- Özkaya M.T., Ulaş M., Çakır E. Zeytin ağacı ve zeytin yetiştiriciliği. In: F. Göğüş, M.T. Özkaya, S. Ötleş. *Zeytinyağı*. Ankara: Eflatun Publications; 2008. p.1-25. [in Turkish]
- Öztürk F., Yalçın M., Dıraman H. Türkiye zeytinyağı ekonomisine genel bir bakış. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 2009;4(2):35-51. [in Turkish]
- Perović T., Hrnčić S. Population dynamics of pre-imaginal stages of olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmel. (Diptera, Tephritidae) in the region of Bar (Montenegro). *Pesticides and Phytomedicine (Belgrade)*. 2013;28(1):23-29. DOI: 10.2298/PIF1301023P
- Siakou M., Bruggeman A., Eliades M., Zoumides C., Djuma H., Kyriacou M.C. et al. Effects of deficit irrigation on 'Koro-neiki' olive tree growth, physiology and olive oil quality at different harvest dates. *Agricultural Water Management*. 2021;258:107200. DOI: 10.1016/j.agwat.2021.107200
- Skouras J.P., Margaritopoulos T.J., Seraphides A.N., Ioannides M.I., Kakani E.G., Mathiopoulos D.K. et al. Organophosphate resistance in olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, populations in Greece and Cyprus. *Pest Management Science*. 2007;63(1):42-48. DOI: 10.1002/ps.1306
- Tozlu İ. Kuzey Kıbrıs'ta zeytin (*Olea europaea* L.) ve Yetiştiriciliği. *Alatarım*. 2007;6(1):32-38. [in Turkish]
- Usanmaz S., Kahramanoğlu İ., Alas T., Okatan V. Performance and oil quality of seven olive cultivars under high density planting system in Northern Cyprus. *Pakistan Journal of Botany*. 2019;51(5):1775-1781. DOI: 10.30848/PJB2019-5(42)
- Wang X.G., Johnson M.W., Daane K.M., Nadel H. High summer temperatures affect the survival and reproduction of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Environmental Entomology*. 2009;38(5):1496-1504. DOI: 10.1603/022.038.0518

Information about the authors

Murat Helvacı, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, European University of Lefke, 10 via Mersin, Gemikonagi, Northern Cyprus, mhelvacı@eul.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0539-8030>

İbrahim Kahramanoğlu, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, European University of Lefke, 10 via Mersin, Gemikonagi, Northern Cyprus, ibrahimcy84@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-6074-6395>

Информация об авторах

Мурат Хелваджи, кафедра садоводства, факультет сельскохозяйственных наук и технологий, Европейский университет Лefке, Северный Кипр, Гемиконаги, ул. Мерсин, 10, mhelvacı@eul.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0539-8030>

Ибрагим Кахраманоглу, кафедра садоводства, факультет сельскохозяйственных наук и технологий, Европейский университет Лefке, Северный Кипр, Гемиконаги, ул. Мерсин, 10, ibrahimcy84@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-6074-6395>

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The article was submitted on 21.03.2022; approved after reviewing on 21.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022. Статья поступила в редакцию 21.03.2022; одобрена после рецензирования 21.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

Научная статья
УДК:634.2:632.938.1:632.482.134
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-177-182



Устойчивость черешни и вишни к коккомикозу

М. С. Ленивцева¹, А. П. Кузнецова¹, Е. Е. Радченко²

¹ Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Россия

² Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Мария Сергеевна Ленивцева, len-masha@yandex.ru

Актуальность. Коккомикоз (возбудитель – гриб *Coccomyces hiemalis* Higg.) в течение многих лет является одним из самых вредоносных заболеваний косточковых культур. Возрастающая генетическая однородность используемых в селекции форм способствует ускорению адаптивной микроэволюции патогена и преодолению эффективных ранее генов устойчивости. Исследовали структуру популяций *C. hiemalis* из Краснодарского края по вирулентности к образцам-дифференциаторам и оценивали эффективность новых доноров устойчивости к патогену.

Материалы и методы. Изучали полиморфизм трех популяций гриба по числу рас (фенотипов вирулентности), которые определяли с помощью дифференциаторов. В лабораторных экспериментах оценивали устойчивость новых отдаленных гибридов к 50 монопустульным изолятам гриба.

Результаты и выводы. Выявили пять фенотипов гриба, различающихся по вирулентности к шести образцам черешни и вишни. Отмечено возрастание частот фенотипов вирулентности, способных сильно поражать доноры, используемые в селекции на иммунитет. Для расширения генетического разнообразия устойчивых к *C. hiemalis* сортов вишни и черешни предлагаются 5 гибридов (3-61-4-139, 3-39-5-47, 3-107-6-28, АИ 5 Б-Д-2-4-27, 3-76), защищенных генами устойчивости к коккомикозу, которые перенесены от *Prunus serrulata* Lindl. Аллели генов устойчивости этих образцов не тождественны аллелям устойчивости используемых в селекции образцов Сеянец № 1, Мутант 561, 'Алмаз', Кусумкент 8, курильская Ветровое 11 и сахалинская БГ-35. Сеянец 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar) неустойчив к ряду клонов гриба. Предполагается, что этот образец и курильская Ветровое 11 защищены идентичными аллелями генов устойчивости, которые отличаются от аллелей, имеющих у пяти новых гибридных форм.

Ключевые слова: косточковые культуры, *Coccomyces hiemalis* Higg., резистентность, популяции, дифференциаторы

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда и ООО «ОПХ им. К.А. Тимирязева» в рамках научного проекта № МФИ-П-20.1/12 и согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0481-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Ленивцева М.С., Кузнецова А.П., Радченко Е.Е. Устойчивость черешни и вишни к коккомикозу. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022;183(2):177-182. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-177-182

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-177-182

Leaf spot resistance in sweet and sour cherries

Mariya S. Lenivtseva¹, Anna P. Kuznetsova¹, Evgeny E. Radchenko²¹North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, Krasnodar, Russia²N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia**Corresponding author:** Mariya S. Lenivtseva, len-masha@yandex.ru

Background. Cherry leaf spot (caused by the fungus *Coccomyces hiemalis* Higg.) has been one of the most harmful diseases of stone fruits for many years. The increasing genetic homogeneity of plant forms used in breeding promotes the acceleration of the pathogen's adaptive microevolution and the overcoming of previously effective resistance genes. The structure of *C. hiemalis* populations from Krasnodar Territory in terms of their virulence to a set of differentiators and the effectiveness of new leaf spot resistance donors were studied.

Materials and methods. The polymorphism in three populations of the fungus was assessed by the frequencies of virulence phenotypes which were identified using six differentiators. The resistance of new distant hybrids to 50 monopustular isolates was assessed in laboratory experiments.

Results and conclusions. Five phenotypes of virulence phenotypes capable of strongly affecting donors used in breeding for resistance. Five hybrids are proposed to expand the genetic diversity of sour and sweet cherry cultivars resistant to *C. hiemalis*: 3-61-4-139, 3-39-5-47, 3-107-6-28, AI 5 B-D-2-4-27, and 3-76. They are protected by the leaf spot resistance genes that have been transferred from *Prunus serrulata* Lindl. The alleles of the resistance genes in these plants are not identical to the resistance alleles in the genotypes Seyanets No. 1, Mutant 561, 'Almaz', Kusumkent 8, Vetrovoe 11 (*P. kurilensis* Miyabe), and BG-35 (*P. sargentii* Rehd.), all used in breeding. Seedling 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar) was not resistant to a number of *C. hiemalis* clones. It is assumed that this genotype and Vetrovoe 11 (*P. kurilensis*) are protected by identical alleles of resistance genes, which differ from the alleles present in the five new hybrid forms.

Keywords: stone fruit crops, *Coccomyces hiemalis* Higg., resistance, populations, differentiators

Acknowledgements: the study was supported by the Kuban Scientific Foundation and the K.A. Timiryazev Experiment and Production Farm within the framework of Scientific Project No. MFI-P-20.1/12 and according to the theme plan of VIR, Project No. 0481-2022-0004 "Improving the approaches and methods for *ex situ* conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Lenivtseva M.S., Kuznetsova A.P., Radchenko E.E. Leaf spot resistance in sweet and sour cherries. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):177-182. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-177-182

Введение

Коккомикоз (возбудитель – гриб *Coccomyces hiemalis* Higg., конидиальная стадия *Cylindrosporium hiemale* Higg., syn. *Blumeriella jaapii* (Rehm) Arx) – одно из самых вредоносных заболеваний косточковых культур (*Prunus* L.) в России и за рубежом. В различных странах мира, где распространена эта болезнь, проводятся иммунологические исследования, создаются сорта и гибриды вишни и черешни, устойчивые к *C. hiemalis* (Apostol, 2008; Radičević et al., 2012; Vámos, Holb., 2013; Schuster et al., 2014; Stegmeir et al., 2014; Boyandina, 2015; Gulyaeva, Dzhigadlo, 2015; Lenivtseva et al., 2017; Andersen et al., 2018; Chivilev et al., 2018). При этом в селекции на устойчивость используют сорт 'Алмаз', гибриды с участием видов *P. maackii* Rupr., *P. canescens* Bois., *P. sargentii* Rehd., *P. maximowiczii* Rupr., *P. serrulata* Lindl., *P. kurilensis* Miyabe (Lenivtseva et al., 2016; Lenivtseva et al., 2017). Как показали результаты наших исследований (Lenivtseva et al., 2016; Kuznetsova, Lenivtseva, 2017), в популяциях патогена из Краснодарского края, которые обычно характеризуются наиболее широкими спектрами вирулентности, найдены фенотипы, преодолевшие устойчивость сорта 'Алмаз', а также *P. kurilensis* и *P. sargentii*. Селекция с использованием диких видов – это, как правило, селекция на расоспецифическую устойчивость, которая теряется с появлением новых вирулентных генотипов патогена. Поэтому сорта, устойчивые в одних регионах, в других сильно поражаются коккомикозом в силу внутривидовой изменчивости патогена. Изучение новых гибридов черешни и вишни, полученных с участием видов вишни, продемонстрировало различную эффективность устойчивости этих генотипов. Образцы АИ-1, 3-108, 3-106-107, 10/15-3, 4р.34м., 3-111 в течение трех лет изучения показали 100-процентную эффективность устойчивости при заражении 50–55 клонами гриба (Kuznetsova, Lenivtseva, 2017).

Селекция на устойчивость растений к заболеванию проводится совместно с изучением внутривидовой дифференциации возбудителя болезни. Для исследования популяций *C. hiemalis* рекомендованы шесть дифференциаторов (Сеянец № 1, Мутант 561, Алмаз, Кусумкент 8, вишня курильская Ветровое 11, вишня сахалинская БГ35), с помощью которых выявлено шесть фенотипов вирулентности (рас) коккомикоза (Lenivtseva et al., 2016).

Целью исследования было изучение структуры популяций *C. hiemalis* из Краснодарского края по вирулентности к образцам-дифференциаторам и выявление доноров устойчивости к патогену среди селекционного материала *Prunus* L. Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия.

Материалы и методы

Исследования, представленные в работе, проводились начиная с 2016 г. в Северо-Кавказском федеральном научном центре садоводства, виноградарства, виноделия (СКФНЦСВВ) в насаждениях опытных хозяйств им. К.А. Тимирязева (Усть-Лабинский район Краснодарского края), Центральное СКФНЦСВВ (г. Краснодар), «Маджар Д. А.» (Горячий Ключ). Для более широкого охвата популяций возбудителя коккомикоза сборы пораженных *C. hiemalis* листьев проводили многократно на полях СКФНЦСВВ (Краснодар, Усть-Лабинский район, Горячий Ключ).

В лабораторных условиях выделяли не менее 50 монопустьльных изолятов (клонов) гриба из листьев, собранных в каждом из представленных выше мест исследований. Для получения клонов использовали изоляты, выращенные на листьях черешни и вишни (Lenivtseva, 2010). Размноженными клонами заражали шесть новых отдаленных гибридов, полученных в СКФНЦСВВ: 3-61-4-139 (*P. serrulata* × Бигарро Ораторского), 3-39-5-47 (Молодежная × смесь пыльцы Northstar *P. serrulata*), 3-107-6-28 (*P. serrulata* × Франц Иосиф свободное опыление), АИ 5 Б-Д-2-4-27 (*P. serrulata* × *P. avium*), 3-76 (производная от *P. serrulata* А 24), 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar). Кроме того, с целью изучения изменчивости популяций *C. hiemalis* из Краснодарского края оценивали устойчивость шести образцов-дифференциаторов: Сеянец № 1 (сеянец местного образца *P. cerasus* L. из Белоруссии), Мутант 561 (Мутант *P. avium* L.), 'Алмаз' [*P. maackii* (Падоцерус М × вишне-черешня Новоселка) × сорт Памяти Вавилова], Кусумкент 8 (*P. avium*), курильская (*P. kurilensis*) Ветровое 11 и сахалинская (*P. sargentii*) БГ-35. Контролем служили восприимчивые сорта вишни 'Любская' и черешни 'Французская Черная'. Заражение, инкубирование, учеты проводили по ранее разработанной методике (Lenivtseva, 2010).

Полиморфизм популяций оценивали по частотам фенотипов вирулентности, которые определяли с помощью шести дифференциаторов, распределенных в две группы: Сеянец № 1 – Мутант 561 – Алмаз и Кусумкент 8 – курильская Ветровое 11 – сахалинская БГ-35. В каждой группе в случае авирулентности клона гриба (устойчивости дифференциатора) образцу присваивали значение 0. В случае вирулентности патогена первому образцу присваивали значение 1, второму – 2, третьему – 4. Фенотип вирулентности обозначали числом из двух цифр, каждая из которых являлась суммой реакций устойчивости (восприимчивости) дифференциаторов (Lenivtseva et al., 2016).

Результаты и обсуждение

В течение трех лет изучения выявили пять из шести известных фенотипов вирулентности (рас) *C. hiemalis* (табл. 1). В популяциях из Краснодара и Усть-Лабинска, собранных в 2016 г., доминировали фенотипы 14 и 02, вирулентные к широко используемым в селекции генотипам сахалинская БГ-35 и курильская Ветровое 11, однако в последующие годы они были замещены другими расами. Лишь в 2017 г. в этих популяциях с высокой частотой встречался фенотип вирулентности 01. В 2018 г. популяции из Горячего Ключа и Краснодара были представлены исключительно фенотипом 70, вирулентным к сорту 'Алмаз'.

Оценили устойчивость к коккомикозу шести образцов черешни и вишни селекции института. Пять гибридных форм селекции СКФНЦСВВ были устойчивы ко всем 50 клонам гриба, лишь Сеянец 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar) сильно поражался клонами с фенотипом вирулентности 02 (табл. 2).

Учитывая теорию Х. Флора (Flor, 1956), согласно которой генотип растения-хозяина можно определить без гибридологического анализа, используя изоляты возбудителей болезней, маркированные определенной вирулентностью, мы предполагаем, что этот генотип и курильская Ветровое 11 защищены идентичными аллелями генов устойчивости, которые отличаются от аллелей, имеющихся у пяти новых гибридных форм. Аллели генов

Таблица 1. Фенотипическое разнообразие популяций *Coccomyces hiemalis* Higg. из Краснодарского края по вирулентности к сортам черешни и вишни (2016–2018 гг.)**Table 1.** Phenotypic diversity of *Coccomyces hiemalis* Higg. populations from Krasnodar Territory in their virulence towards sweet and sour cherry cultivars (2016–2018)

Место сбора популяции гриба	Годы изучения	Частоты фенотипов вирулентности				
		70	30	02	01	14
Краснодар	2016	0	0	0,13	0	0,87
	2017	0	0	0,5	0,5	0
	2018	1,0	0	0	0	0
Усть-Лабинский район	2016	0	0	0,21	0	0,79
	2017	0	0	0	1,0	0
	2018	0	1,0	0	0	0
Горячий Ключ	2016	0	0,47	0	0,53	0
	2017	1,0	0	0	0	0
	2018	1,0	0	0	0	0

Таблица 2. Устойчивость образцов черешни и вишни к клонам *Coccomyces hiemalis* Higg. с различными фенотипами вирулентности**Table 2.** Resistance of sweet and sour cherry accessions to *Coccomyces hiemalis* Higg. clones with various virulence phenotypes

Образец, сорт	Устойчивость образца к клонам гриба с разными фенотипами вирулентности				
	70	30	02	01	14
Гибриды селекции СКФНЦСВВ					
3-61-4-139	R	R	R	R	R
3-39-5-47	R	R	R	R	R
3-107-6-28	R	R	R	R	R
АИ 5 Б-Д-2-4-27	R	R	R	R	R
3-76	R	R	R	R	R
Сеянец 3-20-5-23	R	R	S	R	R
Образцы-дифференциаторы					
Сеянец № 1	S	S	R	R	S
Мутант 561	S	S	R	R	R
Алмаз	S	R	R	R	R
Кусумкент 8	R	R	R	S	R
Курильская Ветровое 11	R	R	S	R	R
Сахалинская БГ-35	R	R	R	R	S

Примечание: R – устойчивость образца, S – восприимчивость

Note: R – resistance of the accession, S – susceptibility

устойчивости образцов 3-61-4-139, 3-39-5-47, 3-107-6-28, АИ 5 Б-Д-2-4-27, 3-76 не тождественны аллелям устойчивости образцов-дифференциаторов Сеянец № 1, Мутант 561, 'Алмаз' (взаимодействие образцов с клонами фенотипа вирулентности 70), Кусумкент 8 (взаимодействие образцов с клонами, имеющими фенотип вирулентности 01), сахалинская БГ-35 (взаимодействие образцов с клонами фенотипа вирулентности 14).

Возрастающая генетическая однородность используемых в селекции форм способствует ускорению адаптивной микроэволюции патогена. Возможность приспособления *C. hiemalis* к растению-хозяину показана на ранее высокоустойчивых сортах, имеющих в родословной вишню Маака. Вовлечение в селекцию новых видов вишни и гибридов, полученных с их участием, без надлежащего мониторинга генетической структуры популяций паразита быстро приведет к накоплению вирулентных клонов гриба и утрате устойчивости популяционных доноров. Поддержать генетическое разнообразие возможно, создавая сорта с разными генами устойчивости.

В настоящее время получено пять гибридных форм, защищенных генами устойчивости к коккомикозу, которые перенесены от *P. serrulata*. Клоны гриба, способные поражать эти генотипы, не выявлены. Гибрид 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar) неустойчив к ряду клонов гриба, выделенных из краснодарской и усть-лабинской популяций в 2016 и 2017 г.

Заключение

В результате трехлетнего изучения популяций *C. hiemalis* из Краснодар, Усть-Лабинского района и Горячего Ключа выявили пять фенотипов гриба, различающихся по вирулентности к шести образцам вишни. Отмечено существенное возрастание частот фенотипов вирулентности, способных сильно поражать используемые в селекции на иммунитет образцы 'Алмаз', курильская Ветровое 11 и сахалинская БГ-35.

Для расширения генетического разнообразия устойчивых к *C. hiemalis* сортов вишни и черешни предлагаются пять гибридов, защищенных генами устойчивости к коккомикозу, которые перенесены от *P. serrulata*. Аллели генов устойчивости генотипов 3-61-4-139, 3-39-5-47, 3-107-6-28, АИ 5 Б-Д-2-4-27 и 3-76 не тождественны аллелям устойчивости используемых в селекции образцов Сеянец № 1, Мутант 561, 'Алмаз', Кусумкент 8, курильская Ветровое 11 и сахалинская БГ-35. Сеянец 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar) неустойчив к ряду клонов гриба. Предполагается, что этот образец и курильская Ветровое 11 защищены идентичными аллелями генов устойчивости, которые отличаются от аллелей, имеющих у пяти новых гибридных форм.

References / Литература

Andersen K.L., Sebolt A., Sundin G.W., Iezzoni A.F. Assessment of the inheritance of resistance and tolerance in cherry (*Prunus* sp.) to *Blumeriella jaapii*, the causal agent of cherry leaf spot. *Plant Pathology*. 2018;67(3):682-691. DOI: 10.1111/ppa.12765

Apostol J. New sweet and sour cherry selections in Hungary. *Acta Horticulturae*. 2008;7951:75-77.

Boyandina T.E. Using Manchurian cherry in breeding for resistance to leaf spot in Altai Territory (Ispolzovaniye vishni Maaka v selektsii na ustoychivost k kokkomikozu na Altaye). In: *Northern Cherry. Proceedings of the III All-*

Russian Symposium of Stone Fruit Researchers (Chelyabinsk, March 03–04, 2015) (Severnaya vishnya: sbornik materialov III Vserossiyskogo simpoziuma kostochkovedov [Chelyabinsk, 03–04 marta 2015 g.]). Chelyabinsk; 2015. p.44-47. [in Russian] (Бояндина Т.Е. Использование вишни Маака в селекции на устойчивость к коккомикозу на Алтае. В кн.: *Северная вишня: сборник материалов III Всероссийского симпозиума косточководов (Челябинск, 03–04 марта 2015 г.)*. Челябинск; 2015. С.44-47).

- Chivilev V.V., Kruzhkov A.V., Kirillov R.E., Kulikov V.N. Assessment of the resistance of pear, sweet cherry and apricot varieties and forms to fungal diseases (Otsenka ustoychivosti sortov i form grushi, chereshni i abrikosa k gribnym zabolevaniyam). *Vestnik sovremennykh issledovaniy = Bulletin of Modern Research*. 2018;6.1(21):294-296 [in Russian] (Чивилев В.В., Кружков А.В., Кириллов Р.Е., Куликов В.Н. Оценка устойчивости сортов и форм груши, черешни и абрикоса к грибным заболеваниям. *Вестник современных исследований*. 2018;6.1(21):294-296).
- Flor H.H. The complementary genic systems in flax and flax rust. *Advances in Genetics*. 1956;8:29-54. DOI: 10.1016/S0065-2660(08)60498-8
- Gulyaeva A.A., Dzhigadlo E.N. The results of stone fruit breeding at the VNIISPК for 1955...2015. *Contemporary Horticulture*. 2015;4(16):14-21. [in Russian] (Гуляева А.А., Джигадло Е.Н. Итоги селекции косточковых культур во ВНИИСПК за 1955...2015 гг. *Современное садоводство*. 2015;4(16):14-21).
- Kuznetsova A.P., Lenivtseva M.S. The effectiveness of the stability interspecific hybrids of the *Prunus* genus to leaf spot. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2017;(67):132-134. [in Russian] (Кузнецова А.П., Ленивцева М.С. Эффективность устойчивости межвидовых гибридов рода *Prunus* L. к коккомикозу. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2017;(67):132-134). DOI: 10.21515/1999-1703-67-132-134
- Lenivtseva M.S. The study of stone fruit resistance to leaf spot. Guidelines (Izucheniye ustoychivosti kostochkovikh kultur k kokkomikozu. Metodicheskiye ukazaniya). St. Petersburg: VIR; 2010. [in Russian] (Ленивцева М.С. Изучение устойчивости косточковых культур к коккомикозу. Методические указания. Санкт-Петербург: ВИР; 2010).
- Lenivtseva M.S., Kuznetsova A.P., Radchenko E.E. Intraspecific variability of *Coccomyces hiemalis* for virulence to sour and sweet cherry accessions. *Mycology and phytopathology*. 2016;50(1):62-65. [in Russian] (Ленивцева М.С., Кузнецова А.П., Радченко Е.Е. Внутривидовая изменчивость *Coccomyces hiemalis* по признаку вирулентности к образцам черешни и вишни. *Микология и фитопатология*. 2016;50(1):62-65).
- Lenivtseva M.S., Radchenko E.E., Kuznetsova A.P. Genetic diversity of stone fruit varieties (genus *Prunus* L.) resistant to leaf spot (review). *Agricultural Biology*. 2017;52(5):895-904. [in Russian] (Ленивцева М.С., Радченко Е.Е., Кузнецова А.П. Генетическое разнообразие сортов косточковых культур (род *Prunus* L.), устойчивых к коккомикозу (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2017;52(5):895-904). DOI: 10.15389/agrobio-logy.2017.5.895rus
- Radičević S., Cerović R., Lukić M., Paunović S., Jevremović D., Milenković S. et al. Selection of autochthonous sour cherry (*Prunus cerasus* L.) genotypes in Feketić region. *Genetika*. 2012;44(2):285-297. DOI: 10.2298/GENSRI202285R

Schuster M., Grafe C., Wolfram B., Schmidt H. Cultivars resulting from cherry breeding in Germany. *Erwerbs-Obstbau*. 2014;56(2):67-72. DOI: 10.1007/s10341-014-0204-8

Stegmeir T., Schuster M., Sebolt A., Rosyara U., Sundin G.W., Iezzoni A. Cherry leaf spot resistance in cherry (*Prunus*) is associated with a quantitative trait locus on linkage

group 4 inherited from *P. canescens*. *Molecular Breeding*. 2014;34(3):927-935. DOI: 10.1007/s11032-014-0086-3

Vámos A., Holb I.J. Cherry leaf spot incidence on 12 sweet cherry cultivars in integrated production. *International Journal of Horticultural Science*. 2013;19(1-2):65-67. DOI: 10.31421/IJHS/19/1-2/1084

Информация об авторах

Мария Сергеевна Ленивцева, кандидат сельскохозяйственных наук, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, len-masha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2717-3038>

Анна Павловна Кузнецова, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, anpalkuz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4829-6640>

Евгений Евгеньевич Радченко, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом, Федеральный научный центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, eugene_radchenko@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3019-0306>

Information about the authors

Mariya S. Lenivtseva, Cand. Sci. (Agriculture), North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, len-masha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2717-3038>

Anna P. Kuznetsova, Cand. Sci. (Biology), Head of a Laboratory, North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, anpalkuz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4829-6640>

Evgeny E. Radchenko, Dr. Sci. (Biology), Chief Researcher, Head of a Department, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, eugene_radchenko@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3019-0306>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.05.2021; одобрена после рецензирования 12.05.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 12.05.2021; approved after reviewing on 12.05.2022; accepted for publication on 03.06.2022.

SURVEYS

Survey
UDC 631/635
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-183-193



Observations of the views of university students on agricultural production

Murat Helvacı, Ergün Cebeci, Mehmet Atilla Aşkın

European University of Lefke, Gemikonagi, Northern Cyprus

Corresponding author: Murat Helvacı, mhelvacı@eul.edu.tr

In this study, an attempt was made to examine the perspective of university students and their family members on the agricultural sector, the value they attach to agriculture and their own lands, the level of knowledge and awareness of the agricultural sector where they are engaged in production activities and make a living, and the importance they attribute to the sustainability of agriculture. In addition, the production activities of farmers and their membership in cooperatives or unions were also examined. The surveys conducted by interviewing a total of 200 participants representing university students and their family members within the scope of the research constituted the target material of this study. The obtained survey data were examined and tables containing frequency and percentage parameters were prepared and tried to be interpreted. According to the results of the research, a significant majority of the participants attribute importance to the integrity of the land and believe that agriculture is indispensable. Besides, considering the importance of the agricultural sector and the existing agricultural land, there is a substantial proportion of participants who do not see any harm in non-agricultural use of their lands and state that they will give up their lands in a possible situation.

Keywords: agriculture, farming, prospects for agriculture, satisfaction with farming

Acknowledgements: the authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Helvacı M., Cebeci E., Aşkın M.A. Observations of the views of university students on agricultural production. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):183-193. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-183-193

ОБЗОРЫ

Обзорная статья
DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-183-193

Обозрение взглядов студентов университетов на сельскохозяйственное производство

М. Хелваджи, Э. Джебеджи, М. А. Ашкин

Европейский университет Лефке, Гемиконаги, Северный Кипр

Автор, ответственный за переписку: Мурат Хелваджи, mhelvacı@eul.edu.tr

В данном исследовании предпринята попытка изучить точку зрения студентов университетов и членов их семей на сельскохозяйственный сектор, оценить значение, которое они придают сельскому хозяйству и своим собственным землям, выявить уровень их знаний и осведомленности о сельскохозяйственном секторе, в котором они осуществляют производственную деятельность и зарабатывают на жизнь, а также о важности устойчивого сельского хозяйства. Кроме того, была также изучена производственная деятельность фермеров, их участие в кооперативах и союзах. Обзоры, проведенные путем опроса в общей сложности 200 участников из числа студентов университетов и членов их семей в рамках исследования, составили основной материал этой работы. Результаты опроса изучили и подготовили таблицы, содержащие данные по частоте и процентному соотношению, которые попытались интерпретировать. Согласно результатам исследования, значительное большинство участников придают большое значение целостности земли и считают, что без сельского хозяйства не обойтись. Кроме того, учитывая важность сельскохозяйственного сектора и существующих сельскохозяйственных угодий, выяснилось, что значительная доля участников не видит никакого вреда в несельскохозяйственном использовании своих земель, заявляя, что они готовы отказаться от своих земель в определенных обстоятельствах.

Ключевые слова: сельское хозяйство, фермерство, перспективы для сельского хозяйства, удовлетворенность сельским хозяйством

Благодарности: авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Хелваджи М., Джебеджи Э., Ашкин М.А. Обозрение взглядов студентов университетов на сельскохозяйственное производство. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(2):183-193. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-183-193

Introduction

At the absolute starting point of agribusiness, tracker finders took care of around 4 million individuals around the world (Cohen, 1995). Present-day horticulture currently takes care of more than 7.6 million individuals (FAO, 2018). In the past 50 years, agricultural profitability has expanded in the creation of yields and domesticated animals, extraordinarily preferred by the expanded utilization of composts, water system, rural apparatus, pesticides, and soil treatment component from the “Green Revolution” (Tilman et al., 2001). New methodologies are presently being utilized in agribusiness to coordinate natural and biological procedures into food creation and limit the utilization of these non-renewable inputs which have harmful effects on the earth and on the health of farmers and consumers. The economy of the Turkish Republic of Northern Cyprus (TRNC) has horticulture as its spine, which contributes enormously to its total national output (GDP), business, exports, and the provision of raw materials for its industry. Turkish agricultural production is expanding on account of the utilization of more hardware, work, water system, manures, and a superior assortment of plants. The assorted variety of its atmosphere makes it possible to deliver numerous kinds of yields, for example, tea, apple, different nuts, onions, eggplant, pecans, cabbage, potatoes, rye, oats, sunflower, and different oilseeds, olives, and organic citrus products. We notice up to 60% of the financially dynamic populace of sub-Saharan Africa and parts of Asia working fundamentally in horticulture, and an almost similar division lives in provincial zones. Numerous individuals living in rural zones of the creating scene are poor, and then again, the majority of the world’s poor live in country regions: up to 70–75%, as indicated by M. Ravallion et al., (2007). For G. C. V. Viola et al. (2016), to create and convey satisfactorily, excellent food will be one of the most significant difficulties for humankind in the following century. The agronomic practice, kinds of machines, technological level, just as the quantities and sorts of materials utilized, can change as indicated by the type of harvest, the mode of implementation, the nation (even the area of development), and the conditions prevailing in the atmosphere. These are the various parameters that influence the inputs and the outputs of the development procedure. Because of its positive and negative impacts, agricultural production efficiency is not limited to the basic fact of yields and domesticated animals but brings together the environmental aspects, such as biodiversity, soil preservation, and rural landscape, the social perspective by dealing with food security, farming business, and personal satisfaction of the laborers.

Finally, the financial viewpoint matters, such as the expansion of production, salaries of the producers, and improvement of the marketing states. However, there are worries in the developing world about the monetary, natural, and social expenses of such achievement. Incorporated cultivating frameworks can give an approach to address these worries while expanding maintainability (Hendrickson et al., 2008). Monetary measures and natural guidelines have been taken by legislatures of OECD nations to meet the challenges of the day (OECD..., 2012).

Around the globe, farming creation is critical to make up for human food necessity. To this end, this examination aimed to observe the views of foreign, TRNC and Turkish students from the European University of Lefke. The objectives of this study were: (i) to identify the contribution of agricultural production systems, (ii) to determine the socio-economic factors in all selected countries’ agricultural production area, and

(iii) to evaluate the level of satisfaction with their agricultural production incomes.

Materials and methods

The main material of the study consists of the data obtained from the questionnaires offered to 200 students (foreign students, students from Turkey and the TRNC) who continue their education in different university faculties and departments. This survey was prepared as 13 questions to find out the percentage of the agricultural production income within the families, questions about their welfare, and about the level of their satisfaction: if they were satisfied with agricultural production and whether the income from agricultural production was enough to cover their basic needs. Ö. K. Uysal (2015) used a questionnaire in the research. During this study, a questionnaire was also used. For the survey, a questionnaire was prepared describing which country people live in, what their social life status is, whether one or more of their families were engaged in agriculture, and if they were, how many decares (da) they have in their business and what they grow in this area.

In order to determine the views of students on agricultural production in the countries they live in, 5 different models were identified. The answers given by students to the questions with a five-point scale of attitude towards the farming profession and agricultural production goals were considered as dependent variables.

In this study, it was assumed that students’ attitudes towards agricultural activities were affected by two different sets of explanatory variables, namely their socio-demographic characteristics and the technical and economic characteristics of the agricultural enterprise.

Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 24.0 software was used for statistical analysis of the research data. The distribution of the participants according to their socio-demographic characteristics, some characteristics of their own and their families’ farming status, the products grown by the participants and their families, and some views on the farming profession was determined by the frequency analysis. The Pearson chi-square test was used to compare some of the views of the participants on the farming profession by country, and the findings were shown in cross tables.

Results

During this study, the data were obtained from the questionnaires offered to 200 students (foreign students, students from Turkey and the TRNC) who continue their education at different university faculties and departments. This survey was prepared as 13 questions to find out the percentage of the agricultural production income within the families, questions about their welfare, and questions about their satisfaction level: if they were satisfied with agricultural production and whether the income from agricultural production was enough to cover their basic needs.

Distribution of the participants according to their socio-demographic characteristics is shown in Table 1: 49.0% of the participants were Zimbabwean, 35.5% Pakistani and 15.5% Turkey/TRNC nationals; 90.5% of them were in the 18–30 age group, 79.0% had undergraduate education, 16.0% had 2 people at home, 13.0% had 3 people, 19.0% had 4 people, 27.5% were determined to have 5 individuals, and 24.5% of them had 6 individuals or more in their families. Social security was recorded for 74.5%, a home for 87.0%, a second home for 44.5%, an automobile for 69.0%, a tractor for 37.0%,

Table 1. Distribution of the participants according to their socio-demographic characteristics (N = 200)
Таблица 1. Распределение участников по их социально-демографическим характеристикам (N = 200)

Characteristic	Meaning	Freq.	Percent (%)
Country	Zimbabwe	98	49.0
	Pakistan	71	35.5
	Turkey/TRNC	31	15.5
Age	18-30	181	90.5
	31-50	7	3.5
	51+	12	6.0
Education	Primary School	4	2.0
	High School	15	7.5
	Undergraduate	158	79.0
	Postgraduate	23	11.5
Number of individuals in the house	2	32	16.0
	3	26	13.0
	4	38	19.0
	5	55	27.5
	6+	49	24.5
Welfare Levels	Social Security	149	74.5
	House	174	87.0
	Second House	89	44.5
	Automobile	138	69.0
	Tractor	74	37.0
	Phone	168	84.0
	Mobile Phone	185	92.5
	Computer	174	87.0

a telephone for 84.0%; 92.5% of the participants had a mobile phone, and 87.0% had a computer.

The distribution of the participants according to some characteristics of their own and their families' farming status is shown in Table 2.

When Table 2 was evaluated, it was seen that 57.5% of the participants who were involved in agriculture were 15–39 years old, 24.0% were 41–49 years old, and 15.5% were 50 years old and above. It was determined that 39.5% of the individuals involved in agriculture in their families were only men, 8.0% were only women, and 52.5% were both men and women; 46.5% of the participants had 1–10 years of experience in agricultural production, 28.0% had 11–25 years, 14.0% had 26–39 years, and 11.5% had 40 years or more of experience in agricultural production. It was observed that 32.5% of the respondents had the share of agricultural income in their total income 20% or less, 23.0% had 21–40%, and 27.5% had 41–60%. Besides, it was determined that 37.5% of the participants had 0–10 da, 17.5% had 11–20 da, 26.0% had 21–50 da, and 13.0% had 51–100 da of land.

The findings regarding the distribution of the participants and their families according to the products they grow are given in Table 3. The evaluation of Table 3 showed that 51.0% of the respondents and their families cultivated field crops (potato, corn, barley, wheat, etc.), 40.50% produced vegetables (tomato, melon, watermelon, etc.), and 27.50% produced fruit (citrus, apricot, peach, etc.). Besides, it was observed that 29.50% of the participants and their families were involved in animal husbandry, and 11.50% in greenhouse production.

The distribution of the agricultural organizations where the participants were members is shown in the Figure. It was determined that 17.0% of the respondents were members of the Chamber of Agricultural Engineers, 34.0% were members of cooperatives/associations, and 49.0% were members of non-governmental organizations.

The distribution of the participants according to some of their views on the farming profession is shown in Table 4. When Table 4 was evaluated, 26.5% of the respondents were very much satisfied with farming, 18.5% were quite satisfied, 28.5% were partially satisfied, 13.5% were little satisfied, and

Table 2. Distribution of the participants according to some characteristics of their own and their families' farming status (N = 200)**Таблица 2. Распределение участников в соответствии с некоторыми характеристиками их собственного фермерского статуса и статуса их семей (N = 200)**

Characteristic	Meaning	Freq.	Percent (%)
Age distribution of family members who are interested in agriculture	7-14	6	3.0
	15-39	115	57.5
	40-49	48	24.0
	50+	31	15.5
Gender distribution of family members who are interested in agriculture	Man	79	39.5
	Woman	16	8.0
	Both	105	52.5
Experience in agricultural production	1-10	93	46.5
	11-25	56	28.0
	26-39	28	14.0
	40+	23	11.5
Share of agricultural income in total income	< 20%	65	32.5
	21-40%	46	23.0
	41-60%	55	27.5
	61-80%	27	13.5
	> 80%	7	3.5
Size of land (da)	0-10	75	37.5
	11-20	35	17.5
	21-50	52	26.0
	51-100	26	13.0
	101+	12	6.0

Table 3. Distribution of participants and their families according to the products they grow (N = 200)**Таблица 3. Распределение участников и членов их семей в соответствии с продукцией, которую они выращивают (N = 200)**

Products	Freq.	Percent (%)
Field crops (potato, corn, barley, wheat, etc.)	102	51.00
Vegetable growing (tomato, melon, watermelon, etc.)	81	40.50
Fruit production (citrus, apricot, peach, etc.)	55	27.50
Animal husbandry	59	29.50
Greenhouse production	23	11.50

Membership

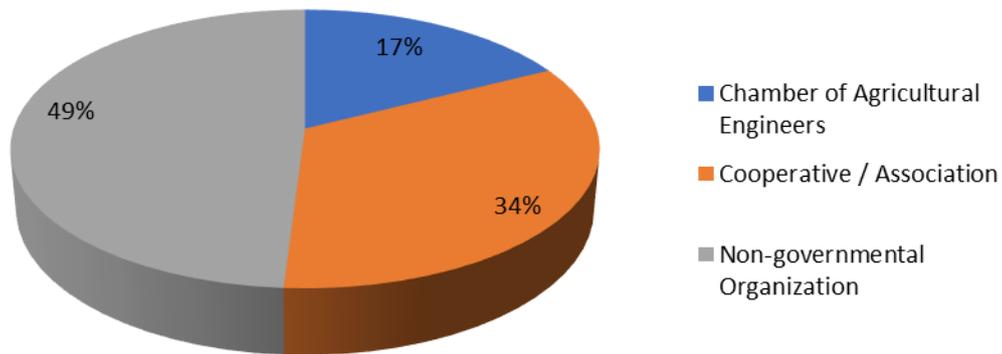


Figure. Agricultural organizations where the participants were members
Рисунок. Сельскохозяйственные организации, в которых состояли участники

Table 4. Distribution of the participants according to some of their views on the farming profession (N = 200)

Таблица 4. Распределение участников в соответствии с некоторыми их взглядами на фермерскую профессию (N = 200)

Characteristic	Meaning	Freq.	Percent (%)
Satisfaction with farming	Not	26	13.0
	Little	27	13.5
	Partially	57	28.5
	Quite	37	18.5
	Very much	53	26.5
Wanting the children to deal with farming in the future	Not	21	10.5
	Little	30	15.0
	Partially	63	31.5
	Quite	36	18.0
	Very much	50	25.0
Getting basic needs from the farming profession	Not	14	7.0
	Little	36	18.0
	Partially	54	27.0
	Quite	48	24.0
	Very much	48	24.0
Thinking about leaving farming	Not	50	25.0
	Little	43	21.5
	Partially	74	37.0
	Quite	20	10.0
	Very much	13	6.5

13.0% were not satisfied at all with farming. It was determined that 25.0% of the participants wanted very much that their children would farm in the future, 18.0% quite wanted, 31.5% partially wanted, 15.0% little wanted, and 10.5% did not want them to farm at all. Among the individuals who participated in the survey, 24.0% could meet their basic needs completely by farming, 24.0% were quite able to do it, 27.0% partially, 18.0% could meet some of their basic needs, and 7.0% could not meet their basic needs by farming.

It was determined that 6.5% of the participants wanted very much to quit farming, 10.0% quite wanted, 37.0% partially wanted, 21.5% little wanted, and 25.0% did not want to quit farming at all.

The distribution of the participants according to some of their views on farming is shown in Table 5. When Table 5 was evaluated, it was observed that 34.0% of the participants assessed as “partially important” the statement “I want to spend the lowest costs for agricultural production”, and 31.5% assessed in the same way the statement “I want to take the least risk in production and marketing”. It was determined that 29.5% answered “partially important” to the statement “I want the family labor to work in non-agricultural jobs”; 42.5% of the respondents marked as “very much important” the statement “I want to keep my existing land and my other

assets and transfer them to future generations”, and 40.5% similarly answered to the statement “I want to obtain the highest profit by experimenting with innovations and using additional resources”. The statement “I want to use more agricultural machines in agricultural production” was regarded as “very important” by 43.5% of the respondents, “I want to pay my debts” by 42.5%, “I want to buy new agricultural equipment and want to renew the existing one” by 34.0%, “I want to produce on more land” by 42.5%, and “I prefer to live in the city” was scored as “very important” by 31.5% of the respondents.

Table 6 shows the results of the Pearson chi-square test for the comparison of the participants’ satisfaction with farming by country. When Table 6 was examined, it was determined that there is a statistically significant difference between the satisfaction of the participants with farming according to their country ($p < 0.05$). Participants from Turkey/TRNC were found to be less satisfied with farming than participants from Zimbabwe or Pakistan.

In Table 7, the results of the Pearson chi-square test are given for the comparison of the status of the individuals included in the study who want their children to be farmers in the future according to their countries. According to Table 7, it was determined that there was a statistically significant dif-

Table 5. Distribution of the participants according to some of their views on farming (N = 200)

Таблица 5. Распределение участников в соответствии с некоторыми их взглядами на фермерскую профессию (N = 200)

Views on farming	Not important		Little important		Partially important		Quite important		Very much important	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
I want to spend the lowest costs for agricultural production	20	10.0	28	14.0	68	34.0	43	21.5	41	20.5
I want to take the least risk in production and marketing	8	4.0	34	17.0	63	31.5	47	23.5	48	24.0
I want to keep my existing land and my other assets and transfer them to future generations	8	4.0	19	9.5	42	21.0	46	23.0	85	42.5
I want to obtain the highest profit by experimenting with innovations and using additional resources	9	4.5	27	13.5	40	20.0	43	21.5	81	40.5
I want to use more agricultural machines in agricultural production	13	6.5	17	8.5	35	17.5	48	24.0	87	43.5
I want to do my agricultural activities with the family labor	21	10.5	30	15.0	60	30.0	50	25.0	39	19.5
I want to pay my debts	16	8.0	19	9.5	35	17.5	43	21.5	87	43.5
I want to buy new agricultural equipment and want to renew the existing one	14	7.0	23	11.5	52	26.0	43	21.5	68	34.0
I want to produce on more land	10	5.0	16	8.0	43	21.5	46	23.0	85	42.5
I want to make a reasonable profit with the resources I have	8	4.0	11	5.5	38	19.0	55	27.5	88	44.0
I want the family labor to work in non-agricultural jobs	27	13.5	40	20.0	59	29.5	40	20.0	34	17.0
I prefer to live in the city	30	15.0	27	13.5	49	24.5	31	15.5	63	31.5

Table 6. Comparison of the participants' satisfaction with farming by country (N = 200)**Таблица 6. Сравнение удовлетворенности участников сельским хозяйством по странам (N = 200)**

Country	Satisfaction with farming						X ²	p
	Not/Little		Partially		Very much/Quite			
	n	%	n	%	n	%		
Zimbabwe	15	15,31	32	32,65	51	52.04	17.041	0.002*
Pakistan	25	35,21	14	19,72	32	45.07		
Turkey/TRNC	13	41,94	11	35,48	7	22.58		
Total	53	26,50	57	28,50	90	45.00		

Note: * $p < 0.05$ Примечание: * $p < 0,05$ **Table 7. Comparison of the participants' desire for their children to become farmers in the future by country (N = 200)****Таблица 7. Сравнение степени желания участников, чтобы их дети в будущем стали фермерами, по странам (N = 200)**

Country	Wanting the children to deal with farming in the future						X ²	p
	Not/Little		Partially		Very much/Quite			
	n	%	n	%	n	%		
Zimbabwe	17	17.35	27	27.55	54	55.10	13.331	0.010*
Pakistan	22	30.99	25	35.21	24	33.80		
Turkey/TRNC	12	38.71	11	35.48	8	25.81		
Total	51	25.50	63	31.50	86	43.00		

Note: * $p < 0.05$ Примечание: * $p < 0,05$

ference between the participants' degree of wanting their children to be farmers in the future according to their countries ($p < 0.05$). The rate of Zimbabwean participants wanting their children to be farmers in the future was found to be significantly higher than that of the respondents from Pakistan and Turkey/TRNC.

In Table 8, the results of the Pearson chi-square test, which was conducted to compare the participants' ability to meet their basic needs by farming, are given. When Table 8 was examined, it was determined that the difference between the participants' ability to meet their basic needs by farming according to their country is at a statistically significant level ($p < 0.05$). The rate of meeting the basic needs of the participants from Zimbabwe by farming was found to be significantly higher than that of the participants from Pakistan or Turkey/TRNC. In addition, the rate of meeting the basic needs of the Pakistani participants by farming was higher than that of the participants from Turkey/TRNC.

In Table 9, the results of the Pearson chi-square test are shown for the comparison of the desire of the individuals included in the study to quit farming according to their country. When Table 9 was examined, it was determined that there was no statistically significant difference between the states of the participants who consider quitting farming according to their country ($p > 0.05$).

In Table 10, the results of the Pearson Chi-square test, which was conducted to compare some of the views of the

participants about farming according to their countries, are given. According to the respondents' countries, "I want to spend the lowest costs for agricultural production", "I want to use more agricultural machines in agricultural production", "I want to do my agricultural activities with the family labor", "I want to buy new agricultural equipment and want to renew the existing one", "I want the family labor to work in non-agricultural jobs" and "I prefer to live in the city" statements showed no statistically significant difference ($p > 0.05$). A statistically significant difference was found between the responses of the participants to the statement "I want to take the least risk in production and marketing" ($p < 0.05$). The rate of Pakistani nationals responding to this statement as "Not/Little" was higher than that of the other participants. It was determined that there was a statistically significant difference between the answers of the individuals participating in the research to the statement "I want to keep my existing land and my other assets and transfer them to future generations" ($p < 0.05$). Zimbabwean nationals had a higher rate of responding to this statement as "Quite/Very much" compared to the other respondents. A statistically significant difference was found between the responses of the participants to the statement "I want to obtain the highest profit by experimenting with innovations and using additional resources" ($p < 0.05$). Zimbabwean nationals had a higher rate of responding to this statement as "Quite/Very much" compared to the other participants. There was a statistically significant

Table 8. Comparison of the participants' ability to meet their basic needs by farming by country (N = 200)**Таблица 8. Сравнение способности участников удовлетворять свои основные потребности за счет сельского хозяйства по странам (N = 200)**

Country	Getting basic needs from the farming profession						X ²	p
	Not/Little		Partially		Very much/Quite			
	n	%	n	%	n	%		
Zimbabwe	15	15.31	22	22.45	61	62.24	26.144	0.000*
Pakistan	27	38.03	16	22.54	28	39.44		
Turkey/TRNC	8	25.81	16	51.61	7	22.58		
Total	50	25.00	54	27.00	96	48.00		

Note: * $p < 0.05$ Примечание: * $p < 0,05$ **Table 9. Comparison of the participants' thinking to leave farming by country (N = 200)****Таблица 9. Сравнение мнений участников по странам о том, чтобы оставить фермерство (N = 200)**

Country	Thinking about leaving farming						X ²	p
	Not/Little		Partially		Very much/Quite			
	n	%	n	%	n	%		
Zimbabwe	46	46.94	37	37.76	15	15.31	3.097	0.542
Pakistan	35	49.30	22	30.99	14	19.72		
Turkey/TRNC	12	38.71	15	48.39	4	12.90		
Total	93	46.50	74	37.00	33	16.50		

Table 10. Comparison of some of the participants' views on farming by country (N = 200)**Таблица 10. Сравнение некоторых мнений участников о сельском хозяйстве по странам (N = 200)**

Views on farming	Imp.	Zimbabwe		Pakistan		Turkey/TRNC		X ²	p
		n	%	n	%	n	%		
I want to spend the lowest costs for agricultural production	Not/Little	17	17.35	23	32.39	8	25.81	6.666	0.155
	Partially	34	34.69	25	35.21	9	29.03		
	Quite/Very much	47	47.96	23	32.39	14	45.16		
I want to take the least risk in production and marketing	Not/Little	14	14.29	23	32.39	5	16.13	10.927	0.027*
	Partially	29	29.59	23	32.39	11	35.48		
	Quite/Very much	55	56.12	25	35.21	15	48.39		
I want to keep my existing land and my other assets and transfer them to future generations	Not/Little	6	6.12	16	22.54	5	16.13	34.113	0.000*
	Partially	9	9.18	20	28.17	13	41.94		
	Quite/Very much	83	84.69	35	49.30	13	41.94		
I want to obtain the highest profit by experimenting with innovations and using additional resources	Not/Little	13	13.27	20	28.17	3	9.68	16.906	0.002*
	Partially	14	14.29	14	19.72	12	38.71		
	Quite/Very much	71	72.45	37	52.11	16	51.61		

Table 10. The end
Таблица 10. Окончание

Views on farming	Imp.	Zimbabwe		Pakistan		Turkey/TRNC		X ²	p
		n	%	n	%	n	%		
I want to use more agricultural machines in agricultural production	Not/Little	10	10.20	13	18.31	7	22.58	5.438	0.245
	Partially	15	15.31	15	21.13	5	16.13		
	Quite/Very much	73	74.49	43	60.56	19	61.29		
I want to do my agricultural activities with the family labor	Not/Little	30	30.61	16	22.54	5	16.13	3.902	0.419
	Partially	30	30.61	20	28.17	10	32.26		
	Quite/Very much	38	38.78	35	49.30	16	51.61		
I want to pay my debts	Not/Little	9	9.18	17	23.94	9	29.03	14.676	0.005*
	Partially	13	13.27	16	22.54	6	19.35		
	Quite/Very much	76	77.55	38	53.52	16	51.61		
I want to buy new agricultural equipment and want to renew the existing one	Not/Little	11	11.22	19	26.76	7	22.58	8.202	0.084
	Partially	26	26.53	16	22.54	10	32.26		
	Quite/Very much	61	62.24	36	50.70	14	45.16		
I want to produce on more land	Not/Little	8	8.16	15	21.13	3	9.68	10.505	0.033*
	Partially	17	17.35	16	22.54	10	32.26		
	Quite/Very much	73	74.49	40	56.34	18	58.06		
I want to make a reasonable profit with the resources I have	Not/Little	6	6.12	10	14.08	3	9.68	14.039	0.007*
	Partially	11	11.22	21	29.58	6	19.35		
	Quite/Very much	81	82.65	40	56.34	22	70.7		
I want the family labor to work in non-agricultural jobs	Not/Little	30	30.61	28	39.44	9	29.03	2.483	0.648
	Partially	31	31.63	17	23.94	11	35.48		
	Quite/Very much	37	37.76	26	36.62	11	35.48		
I prefer to live in the city	Not/Little	24	24.49	22	30.99	11	35.48	4.499	0.343
	Partially	30	30.61	13	18.31	6	19.35		
	Quite/Very much	44	44.90	36	50.70	14	45.16		

Note: * $p < 0.05$

Примечание: * $p < 0,05$

difference between the answers given by the respondents to the statement "I want to pay my debts" ($p < 0.05$). Zimbabwean nationals had a higher rate of responding to this statement as "Quite/Very much" compared to the other participants. A statistically significant difference was found between the answers given by the participants to the statement "I want to produce on more land" ($p < 0.05$). Zimbabwean nationals had a higher rate of responding to this statement as "Quite/Very much" compared to the other participants.

It was determined that the difference between the responses of the individuals included in the study to the statement "I want to make a reasonable profit with the resources I have" was statistically significant ($p < 0.05$). The rate of Pakistani national responding as "Quite/Very much" to this statement was lower than that of the other participants.

Discussion

In this study, an attempt was made to examine the perspective of university students and their family members on the agricultural sector, the value they attach to agriculture and their own lands, the level of knowledge and awareness of the agricultural sector wherein they perform their production activities and make a living, and the importance they attribute to the sustainability of agriculture. Besides, the production activities of farmers and their membership in cooperatives or unions were also examined. According to the results of the research, a significant majority of the participants attribute importance to the integrity of the land and believe that agriculture is indispensable. In addition, considering the importance of the agricultural sector and the existing agricultural land,

there is a substantial proportion of participants who do not see any harm in the non-agricultural use of their lands and who state that they will give up their lands in a possible situation.

Conclusion

In this study, which was conducted with involvement of university students and their families, we tried to evaluate the opinions of students and their family members dealing with farming on the agricultural sector and their thoughts about the sustainability of agriculture. It is among the positive results of this survey that more than half of the family members are satisfied with their current production activities, that they will continue production in the same way next year, and that they recommend their work to others. Meanwhile, the fact that approximately 10% of the respondents consider farming for their children is due to the fact that students and their family members engaged in agriculture are concerned about the future of agriculture, which is the sector that involves the highest risks and uncertainties in the production phase. It will be greatly beneficial to increase agricultural extension studies in order to inform students and their family members about the developments in the agricultural sector, reach the right information, make agricultural production more conscious, and draw attention to the sustainability of agriculture and the importance of soil integrity. In addition, important tasks fall on the press and broadcasting media in terms of enhancing informative advertising or public spots on the subject.

References / Литература

- Cohen N.H. The principles of adult mentoring scale. *New Directions for Adult and Continuing Education*. 1995;1995(66):15-32. DOI: 10.1002/ace.36719956604
- FAO. Ethiopia: Report on feed inventory and feed balance. Rome: FAO; 2018.
- Hendrickson J.R., Hanson J.D., Tanaka D.L., Sassenrath G. Principles of integrated agricultural systems: Introduction to processes and definition. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2008;23(4):265-271. DOI: 10.1017/S1742170507001718
- OECD iLibrary. Education at a glance 2012: Highlights. OECD; 2012. DOI: 10.1787/eag_highlights-2012-en
- Ravallion M., Chen S., Sangraula P. New evidence on the urbanization of global poverty. *Population and Development Review*. 2007;33(4):667-701. DOI: 10.1111/j.1728-4457.2007.00193.x
- Tilman D., Fargione J., Wolff B., D'Antonio C., Dobson A., Howarth R. et al. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*. 2001;292(5515):281-284. DOI: 10.1126/science.1057544
- Uysal Ö.K. Manisa ili Yunt dağı köylerinde çiftçilerin tarımsal üretime yaklaşımlarını etkileyen faktörlerin analizi. *Journal of Social Sciences and Humanities Researches*. 2015;16(35):76-99. [in Turkish]
- Viola G.C.V., Bianchi F., Croce E., Ceretti E. Are food labels effective as a means of health prevention. *Journal of Public Health Research*. 2016;5(768):139-142. DOI: 10.4081/jphr.2016.768

Information about the authors

Murat Helvacı, Research Assistant, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, European University of Lefke, 10 via Mersin, Gemikonagi 99010, Northern Cyprus, mhelvacı@eul.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0539-8030>

Ergün Cebeci, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, European University of Lefke, 10 via Mersin, Gemikonagi 99010, Northern Cyprus, ergun1990cbc@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0452-6216>

Mehmet Atilla Aşkın, Dean, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, European University of Lefke, 10 via Mersin, Gemikonagi 99010, Northern Cyprus, maskin@eul.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1886-1939>

Информация об авторах

Мурат Хелваджи, научный ассистент, кафедра садоводства, факультет сельскохозяйственных наук и технологий, Европейский университет Лefке, 99010 Северный Кипр, Гемиконаги, ул. Мерсин, 10, mhelvacı@eul.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0539-8030>

Эргюн Джебеджи, кафедра садоводства, факультет сельскохозяйственных наук и технологий, Европейский университет Лefке, 99010 Северный Кипр, Гемиконаги, ул. Мерсин, 10, ergun1990cbc@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0452-6216>

Мехмет Атилла Ашкин, декан, кафедра садоводства, факультет сельскохозяйственных наук и технологий, Европейский университет Лefке, 99010 Северный Кипр, Гемиконаги, ул. Мерсин, 10, maskin@eul.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1886-1939>

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The article was submitted on 15.03.2022; approved after reviewing on 22.04.2022; accepted for publication on 03.06.2022. Статья поступила в редакцию 15.03.2022; одобрена после рецензирования 22.04.2022; принята к публикации 03.06.2022.

ИСТОРИЯ АГРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВИР. СЛАВНЫЕ ИМЕНА HISTORY OF AGROBIOLOGICAL RESEARCH AND VIR. NAMES OF RENOWN

Инна Павловна Гаврилюк (1939–2022) Inna Pavlovna Gavrilyuk (1939–2022)



Дорогие вировцы, коллеги! Не нахожу слов, чтобы выразить свои чувства: это и горечь от необратимой утраты, и печаль, что никогда больше не придется услышать знакомый бодрый голос, получить ответ на сложный вопрос и просто поговорить с умным человеком.

Имея серьезные проблемы с сердцем, Инна Павловна держалась мужественно все последние годы, сохраняя ясность ума и интерес к жизни и науке, которой она посвятила всю жизнь. С неизменным легким юмором она относилась к своей тяжелой болезни!

И. П. Гаврилюк окончила Оренбургский государственный педагогический институт в 1962 г. по специальности «Биология». Доктор биологических наук, профессор.

Помню Инну Павловну еще с Уфы, с 1960-х годов, когда она была аспиранткой и сотрудницей отца. В 1967 году Инна Павловна вместе со своим руководителем проф. В. Г. Конаревым переехала в Ленинград и стала сотрудником ВИР. Она принимала самое активное участие в организации лаборатор-

рии белка и нуклеиновых кислот (позже – отдел молекулярной биологии). И. П. Гаврилюк возглавила группу иммунохимии, со временем преобразованную в лабораторию иммунохимии. Не побоюсь сказать, что это была одна из самых авторитетных лабораторий иммунохимии растений в СССР, так же хорошо известная и за рубежом, благодаря своим пионерским работам по картофелю, бобовым, а позже по пшенице, другим злакам, подсолнечнику. В лаборатории иммунохимии ВИР проходили стажировку специалисты Великобритании, Германии, Польши, Чехословакии и других стран, не говоря уже об учениках, аспирантах и стажерах нашей страны.

Под руководством Инны Павловны лаборатория иммунохимии успешно сотрудничала с большинством отделов института. Научная деятельность И. П. Гаврилюк была посвящена биохимическому изучению генетических ресурсов картофеля, бобовых, злаковых, плодовых и многих других культур. Основные направления работы – изучение генетических ресурсов растений методами белковых маркеров с целью идентификации и регистрации образцов коллекции, анализа родства и происхождения видов и геномов культурных растений. Из приоритетных исследований, выполненных под руководством Инны Павловны, заслуживает упоминания экспериментальное подтверждение гипотезы параллелизма в изменчивости биохимических свойств гомологичных белков у представителей различных семейств двудольных растений.

Инна Павловна внесла значительный вклад в разработку отечественных и международных стандартных методов идентификации сортов по спектрам белков. Была членом биохимической группы «сортового комитета» Международной ассоциации по контролю за качеством семян (ISTA), членом редколлегии журнала *Plant Varieties and Seeds*. Перечень научных заслуг и достижений Инны Павловны занял бы не одну страницу. Хочу особо отметить работы, выполненные под руководством И. П. Гаврилюк в области исследования иммунохимических свойств белков злаковых методом иммуоферментного анализа с сыворотками больных, страдающих аутоиммунными заболеваниями, в частности целиакией. Результаты исследований способствовали формированию концепции функционального (здорового) питания.

В последние десятилетия Инна Павловна в тесном сотрудничестве с медиками и специалистами по генетическим ресурсам ВИР успешно разрабатывала актуальные биохимические аспекты здорового питания на базе мировой коллекции ВИР. Мобилизация биологического и экономического потенциала всего генетического многообразия культурных видов растений стала одним из магистральных направлений развития национальной программы здорового питания. Разработка и реализация программы этих исследований является основной задачей созданного Национального центра генетических ресурсов растений.

Можно многое добавить, говоря о научных интересах, а также достижениях Инны Павловны в области познания генетических ресурсов растений на благо человека, об ее успехах в области подготовки кадров – кандидатов наук, просветительской, редакторской и публикационной деятельности и т. д.

Но сегодня важнее другое. Все мы – отдел биохимии и молекулярной биологии ВИР, многочисленные ученики (Инна Павловна была моим руководителем в аспирантуре) и коллеги – потеряли не только крупного ученого, эрудированного специалиста и организатора науки, но и просто близкого, умного, отзывчивого и мудрого человека, одновременно обладавшего чувством юмора, твердостью характера, силой воли и смелостью, которому не без оснований завидовали коллеги-мужчины.

Мы потеряли человека,
которого нам будет не хватать и которого никем не заменишь.

Алексей Конарев

Вера Петровна Царенко (1940–2022) Vera Petrovna Tsarenko (1940–2022)



Не стало Веры Петровны Царенко – ведущего селекционера косточковых плодовых культур Дальневосточного региона России, доктора биологических наук, ученого в области биологии, систематики, морфологии, селекции и практики использования косточковых плодовых растений.

В. П. Царенко родилась 26 января 1940 г. в Кривом Роге Днепропетровской области. Переехав на Дальний Восток, в 1965 г. окончила агрономический факультет Приморского сельскохозяйственного института в г. Уссурийске.

Вера Петровна прошла большой жизненный путь от агронома, младшего научного сотрудника и заведующей лабораторией генетических ресурсов плодовых, ягодных культур и винограда до директора Дальневосточной опытной станции ВИР. С 1986 по 2005 г. она являлась бессменным руководителем Дальневосточной опытной станции ВИР, проявив себя авторитетным организатором научных исследований. Неоценим ее вклад в дело сохранения генофонда России на Дальнем Востоке.

В течение 20 лет Вера Петровна ежегодно была руководителем экспедиций ВИР, и нет такого уголка на обширных территориях Приморского и Хабаровского краев, Сахалинской и Амурской областей, где бы она не побывала, откуда бы не привлекла в генофонд ВИР новые образцы плодовых культур. В полевых эк-

спедиционных исследованиях во главу изучения видов она всегда ставила вавилонский подход, выявляя размах изменчивости признаков на популяционном уровне. Экспедиции по трудным таежным регионам требуют от участника, а тем более руководителя-женщины, терпения и мужества.

Вера Петровна выявила новые, неизвестные ранее места обитания дикорастущих аборигенных видов плодовых растений. В результате обобщения экспедиционных и стационарных исследований в 1992 г. она защитила докторскую диссертацию на тему «Генофонд косточковых плодовых растений Дальнего Востока и его использование в селекции». Веру Петровну по праву можно назвать ведущим селекционером по косточковым плодовым культурам Дальнего Востока России. С использованием в селекции экспедиционных сборов ею выведено более 25 сортов косточковых плодовых культур, из которых 19 были включены в Государственный реестр селекционных достижений, в основном ее любимой культуры – вишни войлочной. Она вывела 15 сортов вишни войлочной, среди которых такие шедевры, как 'Алиса', 'Натали', 'Детская', 'Океанская вировская', 'Осенняя вировская', 'Юбилейная', сливы уссурийской – 'Подарок Приморью', 'Вировская', вишни сахалинской – 'Кипарисовая', 'Розанна'. Выведенные сорта вишни войлочной совмещают признаки крупноплодности, зимостойкости, сухого отрыва плодов с высокой продуктивностью и пользуются большой популярностью среди населения Приморского, Хабаровского краев и других регионов России.

Признанием научных достижений Царенко Веры Петровны как крупного специалиста в области биологии, систематики и практического использования растительных ресурсов стало избрание ее членом-корреспондентом РАСХН (2001 г.). Она была членом Объединенного ученого совета Дальневосточного отделения РАН по сельскохозяйственным наукам.

Работы члена-корреспондента Царенко Веры Петровны хорошо известны плодоводам и ботаникам Дальнего Востока, России и многих других стран. Вся ее литературная деятельность направлена на освещение результатов работ по вопросам выделения исходного материала косточковых плодовых культур для селекции на зимостойкость, поражаемость болезнями, комплекс хозяйственно ценных признаков. Монографии В. П. Царенко «Вишня войлочная» (2004 г.), «Дикорастущие косточковые плодовые растения Дальнего Востока России» (2007 г.), «Сливы Дальнего Востока России» (2014 г.) открыли широкий доступ научной обществу к знаниям по генофонду косточковых плодовых растений российского Дальнего Востока – вишне войлочной, сливе уссурийской и абрикосу маньчжурскому. Она автор и соавтор более 144 научных трудов, в том числе пяти монографий, 14-ти каталогов-справочников, пяти методических указаний, имеет 19 авторских свидетельств.

Нельзя не отметить талант Веры Петровны как активного пропагандиста российской научной школы и хорошего организатора научно-исследовательской работы. За серию работ по систематике и селекции Президиум Российской академии сельскохозяйственных наук в 2013 г. наградил ее Дипломом и престижной Золотой медалью имени И.В. Мичурина.

Увлеченность любимым делом, активная жизненная позиция, удивительная работоспособность, умение Веры Петровны принимать верные решения в трудных ситуациях, способность зажечь коллег своими идеями, доброжелательное отношение к окружающим навсегда останутся в памяти всех, кому посчастливилось жить и работать рядом с этой яркой, энергичной, очаровательной женщиной.

Вировцы

Выборочный список выпусков «Каталога мировой коллекции ВИР» по плодовым, ягодным, орехоплодным, субтропическим, декоративным культурам и винограду за 1961–2021 гг.

Selective list of the issues of *Catalogue of the VIR Global Collection* on fruit, berry, nut, subtropical and ornamental crops, and grapes for 1961–2021

Издательская деятельность Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), на базе которого в 2022 году образован Национальный центр генетических ресурсов растений, началась в 1908 году и продолжается по сей день.

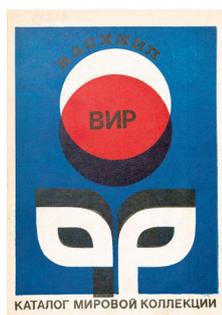
Начиная с 1961 года прошлого века ВИР издает серию «Каталог мировой коллекции ВИР», имевшую первоначальное название «Каталог - справочник мировой коллекции ВИР». С 2018 года выходные данные каждого выпуска и аннотация представлены параллельно на русском и английском языке. Название серии на английском языке – *Catalogue of the VIR Global Collection*.

Данная серия в течение более 60 лет имеет свою специализированную аудиторию, все выпуски представляют единый систематизированный и документированный массив информации по изучению, сохранению и пополнению уникальной коллекции мировых генетических ресурсов ВИР. Выпуски по отдельным культурам нашли широкое применение в работе с генетическими ресурсами растений в области семеноводства и селекции, физиологии, биохимии, генетики, защиты растений, молекулярной биологии, биотехнологии, систематики и географии культурных растений и их диких родичей.

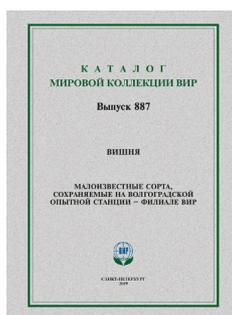
В большинстве случаев авторами (составителями) выпусков являются кураторы таксономических и тематических коллекций ВИР, ответственные за формирование, учет, документирование, содержание, сохранение и популяризацию коллекций генетических ресурсов растений. Каждый выпуск серии подлежит обязательному рецензированию. Научную экспертизу авторских материалов с целью определения возможности их публикации обеспечивают ведущие ученые и специалисты, имеющие близкую к теме научную специализацию. С 2022 года для издания каталога обязательным требованием является наличие не менее двух авторитетных рецензентов. Сведения о рецензентах указываются в выходных данных издания.

Серия «Каталог мировой коллекции ВИР» / *Catalogue of the VIR Global Collection* предназначена для селекционеров, специалистов растениеводства для решения практических задач в селекции и семеноводстве, научных работников, осуществляющих фундаментальные и прикладные научные исследования, а также для учебных целей. Издания серии способствуют раскрытию потенциала мировой коллекции генетических ресурсов растений ВИР, гербарной коллекции ВИР (WIR) как важной части российских биоресурсных коллекций (БРК).

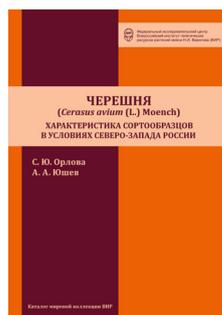
Редакция журнала «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции» с целью отражения многолетней издательской деятельности ВИР, привлечения дополнительного внимания к серии «Каталог мировой коллекции ВИР» / *Catalogue of the VIR Global Collection* и уточнения для авторов научных статей номеров и названий выпусков серии приняла решение опубликовать «Выборочный список выпусков «Каталога мировой коллекции ВИР» по плодовым, ягодным, орехоплодным, субтропическим, декоративным культурам и винограду за 1961–2021 гг.». Для удобства пользования материал расположен в хронологическом порядке согласно номерам выпусков. Мы надеемся, что список окажется полезным нашим читателям и авторам научных статей.



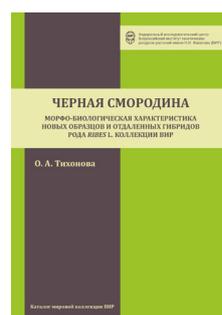
Выпуск 399



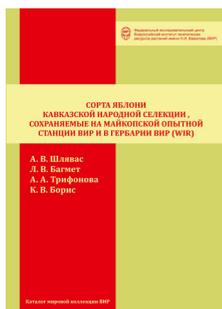
Выпуск 887



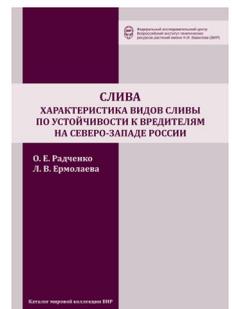
Выпуск 918



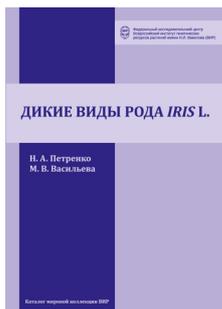
Выпуск 919



Выпуск 920



Выпуск 921



Выпуск 923



Выпуск 933

1. Каталог - справочник мировой коллекции ВИР. Вып. 9, ч. 1. Декоративные растения. Луковичные: тюльпаны, гиацинты, нарциссы, лилии / [составители: Т.Г. Тамберг, Т.Л. Вечерябина]; Министерство сельского хозяйства СССР, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства. Ленинград : ВИР, 1962. 61 с.
2. Каталог - справочник мировой коллекции ВИР. Вып. 17. Яблоня / Ф.Д. Лихонос; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства. Ленинград : ВИР, 1964. 70, [1] с. : табл.
3. Каталог - справочник мировой коллекции ВИР. Вып. 23. Гладиолусы / составитель Т.Г. Тамберг; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства. Ленинград : ВИР, 1965. 76 с.
4. Каталог - справочник мировой коллекции ВИР. Вып. 26. Коллекция роз / составитель Т.Л. Вечерябина; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства. Ленинград : ВИР, 1965. 55, [1] с.
5. Каталог - справочник мировой коллекции ВИР. Вып. 28. Смородина и крыжовник / составители: Н.М. Павлова, А.В. Мосолова, Е.В. Володина; под редакцией Н.М. Павловой; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства. Ленинград : ВИР, 1966. 104, [1] с.
6. Каталог - справочник [мировой коллекции ВИР]. О новых образцах коллекции ВИР / редакторы: З.Д. Артюгина, Р.Х. Макашева, М.М. Якубцинер; ответственный за выпуск З.Д. Артюгина; под редакцией Д.Д. Брежнева; [составители: по ягодным культурам: А.В. Мосолова, В.А. Чикова; по декоративным культурам: Т.Г. Тамберг]; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства. Ленинград : ВИР, 1966. 122 с. (Экспресс-информация / ВАСХНИЛ, ВИР; вып. 1). Из содерж.: (Ягодные культуры. С. 86-87; Декоративные культуры. С. 92-99).
7. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 31. Астра китайская / составитель Н.А. Петренко; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства. Ленинград : ВИР, 1967. 55 с.
8. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 32. Каталог образцов мировой коллекции ВИР, перспективных в условиях орошения / редакторы: Р.Х. Макашева, И.К. Иорданова, Р.А. Удачин, Ю.Н. Щербаков; ответственный за выпуск Р.Х. Макашева; под общей редакцией Д.Д. Брежнева; [составители: по плодовым культурам: Т.Г. Беляева, Н.А. Бурнашева, Т.С. Василенко, В.Л. Витковский, А.И. Глушков, В.И. Гайдукова, Л.Л. Данилова, Г.В. Еремин, А.И. Калашникова, Ю.К. Катинская, Ф.Д. Лихонос, А.Я. Лобачев, Э.Н. Ломакин, В.В. Малыченко, О.Ф. Мизгирева, А.В. Мосолова, Н.М. Павлова, А.Г. Прусс, В.А. Честная; русская транскрипция названий иностранных сортов дана Б.Я. Розеном]; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1967. 134 с. (Экспресс-информация / ВАСХНИЛ, ВИР).
9. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 33. Коллекция флокса многолетнего и ириса гибридного / составитель Т.Н. Ульянова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1967. 77 с.
10. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 39. Каталог районированных в СССР сортов яблоны / составитель Ф.Д. Лихонос; [в составлении принимали участие: В.И. Карамышева, В.В. Пономаренко; оказали содействие в составлении описаний: Н.И. Барсуков, А.В. Болоняев, Г.В. Васильченко, Н.К. Волкова, А.М. Грюнер, А.С. Калинина, А.Н. Кацейко, В.И. Козлов, Л.А. Котов, М.И. Лаптев, М.П. Максимова, А.Н. Рудницкий, Л.М. Сергеев, В.В. Спирина, А.А. Христо, В.А. Шевченко]; ответственный за выпуск Ф.Д. Лихонос; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1968. 174, [1] с. : табл.
11. Каталог [мировой коллекции ВИР]. Вып. 42. Каталог сортов плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда, интродуцированных из зарубежных стран в 1963–1967 гг. / составитель В.А. Чикова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1968. 23 с. : табл.
12. Каталог [мировой коллекции ВИР]. Вып. 44. Сорта айвы СССР / составители: А.Г. Прусс, А.Я. Лобачев; Г.В. Тотубалина; ответственный за выпуск А.Г. Прусс; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1968. 31 с. : табл.
13. Каталог [мировой коллекции ВИР]. Вып. 45. Гербарий Всесоюзного научно-исследовательского института им. Н.И. Вавилова / составители: В.А. Борковская, С.С. Восканьян; под редакцией В.В. Никитина; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1969. 91 с. : фот. Из содерж. : (Плодовые и плодоваягодные культуры. С. 62-74; Декоративные культуры. С. 74).
14. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 46. Ранневесенние луковичные растения, декоративные луки и грунтовые примулы / составители: Н.А. Петренко, Т.Н. Ульянова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1969. 70 с.
15. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 49. Гладиолусы / составитель Т.Г. Тамберг; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1969. 132 с.
16. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 55. Каталог образцов мировой коллекции ВИР. Новые зарубежные сорта плодовых культур / под общей редакцией: В.Л. Витковского, Ф.Д. Лихоноса; [описания сортов выполнили: (на Туркменской опытной станции ВИР: Н.А. Бурнашева, Н.Н. Литинская; на Майкопской опытной станции: А.С. Туз, И.И. Шестаков, К.Д. Мельникова; на Каяльском интродукционно-карантинном питомнике Донского НИИ сельского хозяйства: Л.В. Казимирова)]; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1970. 82, [1] с. (Экспресс-информация / ВАСХНИЛ, ВИР).
17. Каталог [мировой коллекции ВИР]. Вып. 56. Сорта вишни и черешни СССР / составители: В.Л. Витковский, А.А. Юшев, А.Н. Рахманова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1969. 67, [1] с. : табл.
18. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 62. Каталог новых сортов плодовых, орехоплодных и ягодных культур, интродуцированных из зарубежных стран в 1968–1969 гг. / составитель В.А. Чикова; под редакцией К.З. Будина; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1970. 25, [2] с.
19. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 66. Каталог образцов сельскохозяйственных культур, собранных зарубежными экспедициями ВИР в 1968–1969 гг. / составители: С.Н. Бахарева, Ф.В. Гуревич, К.А. Кобылянская, А.Ф. Коломицына, Е.А. Толмачева, В.А. Чикова, Ю.Н. Щербаков; под редакцией К.З. Будина; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1970. 172, [1] с.
20. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 71. Каталог сортов орехоплодных культур СССР / составители: Н.И. Зактрегер, Г.В. Козлов; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1970. 50 с. : табл.
21. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 73. Многолетние декоративные растения / ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1971. 77 с.
22. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 75. Каталог районированных в СССР сортов вишни и черешни / [в составлении каталога принимали участие: А.А. Юшев, А.Н. Рахманова]; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1971. 85 с.
23. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 85. Каталог образцов мировой коллекции ВИР. Сорта плодовых и ягодных культур, интродуцированные из зарубежных стран / [составители: Б.А. Шихматов, Е.А. Дуганова, Г.К. Ананьева, И.М. Хлопцева, А.К. Степанова, Н.А. Бурнашева, Н.Н. Литинская, Э.Н. Ломакин, О.Ф. Мизгирева, К.Д. Мельникова, Е.В. Володина, Г.С. Крылова, Г.А. Наумова, Е.И. Митро-

- фанова]; под общей редакцией: В.Л. Витковского, Ф.Д. Лихоноса; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1972. 112 с.: ил.
24. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 89. Слива: (малоизвестные сорта) / [подготовлен: В.Л. Витковским, К.Б. Мельниковой, Э.Н. Ломакиным, Г.В. Ереминым, З.М. Гаврилиной; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1972. 91 с.: табл.
25. Каталог сортов субтропических плодовых культур СССР. Вып. 92 / составитель Е.Ф. Петрова; под редакцией Г.Н. Шлыкова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1972. 35, [1] с.: табл.
26. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 93. Однолетние астры / подготовлен Н.А. Петренко; под редакцией Т.Г. Тамберг; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1972. 95, [1] с.: табл.
27. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 94. Каталог сортов персика в СССР / составители: А.И. Глушков, А.С. Туз; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1972. 315, [1] с.: табл.
28. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 95. Каталог районированных и перспективных в СССР сортов земляники / составитель Г.А. Наумова; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1972. 81 с.
29. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 98. Яблоня / [составители: Ф.Д. Лихонос, Д.И. Тупицын, А.М. Грюнер, А.А. Кумукова; в сборе, апробации и изучении сортов и видов яблони, кроме составителей, участвовали специалисты плододовы: В.В. Пашкевич, М.Н. Грюнер, Н.В. Ковалев, Я.С. Нестеров, В.Г. Николаев, Г.Г. Тарасенко, Е.И. Требушенко, П.Д. Требушенко]; ответственный редактор В.Л. Витковский; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1972. 239 с.: табл.
30. Каталог [мировой коллекции ВИР]. Вып. 99. Сорта абрикоса / подготовлен А.И. Глушковым; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1972. 331 с.: табл.
31. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 103. Каталог новых зарубежных сортов плодовых культур, интродуцированных в 1970-1972 гг. / составитель В.А. Чикова; под редакцией К.З. Будина; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1972. 37, [1] с.
32. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 104. Айва / подготовили: А.Г. Прусс, А.Я. Лобачев, Г.В. Тотубалина; под редакцией В.Л. Витковского; Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1973. 67 с.: табл.
33. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 106. Каталог сортов плодовых и ягодных культур Павловской опытной станции / [составители: Ф.Д. Лихонос, Ф.И. Пехото, В.И. Карамышева, Е.И. Блинова, А.Г. Прусс, Г.В. Тотубалина, В.Л. Витковский, И.С. Максимова, А.А. Юшев, А.Н. Рахманова]; под редакцией: В.Л. Витковского, С.Д. Оглуздина, Ф.И. Пехото; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1973. 217, [1] с.
34. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 109. Двухлетние декоративные растения / составители: М.Ю. Васильева, Л.М. Мельникова; под редакцией Т.Г. Тамберг; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1973. 53, [1] с.: табл.
35. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 110. Каталог образцов сельскохозяйственных культур, поступивших в коллекцию ВИР в 1970 году / составители: С.Н. Бахарева, Л.Е. Горбатенко, К.А. Кобылянская, А.Ф. Коломицина, В.А. Чикова, Ю.Н. Щербаков, Ф.В. Гуревич; под редакцией К.З. Будина; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1973. 243 с.: табл. Из содерж.: (Образцы сельскохозяйственных культур, собранные в Тунисе: Декоративные культуры. С. 36-37; Образцы сельскохозяйственных культур, собранные в Югославии: Земляника, декоративные культуры. С. 69; Образцы сельскохозяйственных культур, интродуцированные из зарубежных стран в порядке научного обмена и другими путями: Плодовые и ягодные культуры. С. 152-162; Декоративные культуры. С. 162-166; Образцы, собранные в южных областях УССР: Яблоня. Груша, слива, Черешня, персик. С. 167-169; Образцы, собранные в Смоленской, Гомельской, Калининградской и Новгородской областях: Яблоня. Груша, слива, вишня. С. 170-171; Образцы, собранные в Волгоградской области: Яблоня. Груша, слива, алыча, терн. Тернослива, вишня. Орех. С. 172-178; Образцы, собранные в Абхазской АССР: Яблоня, черешня, слива. Каштан, фундук, персик. Гранат, инжир. С. 178-180; Образцы, собранные в Казахской, Таджикской, Туркменской и Узбекской ССР: Яблоня, айва, груша. С. 203-204; Слива, персик, грецкий орех. С. 204-205; Образцы, собранные в Казахской, Киргизской и Узбекской ССР: Виноград. С. 216-217; Персик. С. 217; Образцы, собранные в Томской области: Смородина черная, смородина красная. С. 221; Образцы, собранные в Красноярском крае, Хакасской Автономной области и Тувинской АССР: Смородина красная. С. 229; Смородина черная, малина, жимолость, облепиха, боярышник. С. 230; Образцы, собранные в Горно-Алтайской Автономной области и Бурятской АССР: Декоративные растения. С. 230-231; Яблоня, смородина черная, облепиха. С. 232; Образцы, собранные в Еврейской Автономной области: Актинидия коломикта, виноград амурский, голубика, жимолость, лимонник китайский, смородина красная. С. 233; Образцы, собранные в Приморском крае: Декоративные растения. С. 234-235).
36. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 113. Гладиолусы / составитель Т.Г. Тамберг; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1973. 89, [1] с.
37. Каталог [мировой коллекции ВИР]. Вып. 118. Цветки редких среднеазиатских сортов винограда / составитель Н.И. Рябова; рисунки выполнены Н.И. Рябовой; под редакцией Е.В. Мажорова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1973. 65, [1] с.: ил.
38. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 119. Каталог сортов ягодных культур Павловской опытной станции / [составители: Ю.К. Катинская, Г.А. Наумова, К.К. Керамидас, Е.С. Матвеева, Н.М. Павлова, А.В. Мосолова, Е.В. Володина, Г.С. Крылова, В.А. Честная, З.А. Королева]; под редакцией: В.Л. Витковского, С.Д. Оглуздина, Ф.И. Пехото; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1973. 193, [1] с.
39. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 121. Каталог полевой устойчивости яблони к основным грибным заболеваниям / Т.М. Хохрякова, С.Д. Оглуздин, Е.Н. Блинова, И.И. Минкевич, В.И. Пыхтеев, О.Н. Барсукова, П.В. Вольвач; под редакцией В.И. Кривченко; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1973. 80 с.: табл.
40. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 123. Каталог полевой устойчивости груши к основным заболеваниям / Т.М. Хохрякова, Л.А. Бурмистров, А.С. Туз, О.Н. Барсукова, Е.А. Дуганова, П.В. Вольвач; под редакцией В.И. Кривченко; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1974. 45 с.: табл.
41. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 126. Каталог образцов сельскохозяйственных культур, поступивших в коллекцию ВИР в 1971 г. / составители: С.Н. Бахарева, Л.Е. Горбатенко, К.А. Кобылянская, А.Ф. Коломицина, В.А. Чикова, Ю.Н. Щербаков, Ф.В. Гуревич; под редакцией К.З. Будина; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1974. 245, [1] с.: табл. Из содерж.: (Яблоня. С. 222-225; Груша. С. 225-226; Айва. С. 227; Слива. С. 227-228; Вишня. С. 228-229; Черешня. С. 229; Персик. С. 229; Абрикос. С. 229; Шелковица. С. 230; Малина. С. 230; Смородина красная. С. 230-231; Смородина черная. С. 231; Ежевика. С. 232; Терн. С. 232; Боярышник. С. 232; Лимонник. С. 232-233; Орех манчжурский. С. 233; Виноград амурский. С. 233-234).

42. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 131. Нарциссы и тюльпаны / составители: М.Ю. Васильева, Л.М. Мельникова, Т.Г. Тамберг, Э.С. Гвоздикова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1974. 82, [2] с.

43. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 134. Каталог полевой устойчивости вишни и черешни к заболеваниям / [коллектив авторов: Т.М. Хохрякова, А.А. Юшев, И.И. Шестаков, Г.Ф. Говорова, П.В. Вольвач, А.И. Бондаренко, Р.И. Калинин, Л.Н. Гладких]; под редакцией В.И. Кривченко; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1974. 65 с.: табл.

44. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 136. Каталог образцов сельскохозяйственных культур, поступивших в коллекцию ВИР в 1972 г. / составители: С.Н. Бахарева, Л.Е. Горбатенко, К.А. Кобылянская, А.Ф. Коломицина, В.А. Чикова, Ю.Н. Щербаков, Ф.В. Гуревич; под редакцией К.З. Будина; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1974. 307, [1] с.: табл. Из содерж.: (Яблоня. С. 283-284; Груша. С. 285-286; Айва. С. 286-291; Слива. С. 292-293; Вишня. С. 293-294; Черешня. С. 294; Абрикос. С. 294-297; Персик. С. 297-298; Малина. С. 298; Смородина. С. 299; Боярышник, миндаль. С. 300; Орех маньчжурский, лещина, облепиха. С. 301).

45. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 138. Каталог сортов косточковых плодовых культур с характеристикой их морозо- и зимостойкости при искусственном промораживании цветковых почек в условиях предгорного Крыма / составитель Г.А. Халин; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1974. 18 с.: табл.

46. [Каталог мировой коллекции ВИР]. Вып. 139. Каталог полевой устойчивости сливы, алычи, терна к основным заболеваниям / [коллектив авторов: Т.М. Хохрякова, В.Л. Витковский, Г.Ф. Говорова, Г.В. Еремин, Л.Л. Данилова, К.С. Мельникова, Н.С. Кардаева, В.П. Царенко, К.Ю. Мостоловица; под редакцией В.И. Кривченко; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1974. 80 с.: табл.

47. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 141. Образцы сельскохозяйственных культур, поступившие в 1973 году / составители: С.Н. Бахарева, Л.Е. Горбатенко, К.А. Кобылянская, А.Ф. Коломицина, В.А. Чикова, Ю.Н. Щербаков, Ф.В. Гуревич; под редакцией К.З. Будина; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1975. 214, [1] с.: табл. Из содерж.: (Груша. С. 202-203; Слива, терн, вишня. С. 203-205; Малина, смородина, крыжовник. С. 205-206; Жимолость, шелковица, виноград. С. 206).

48. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 143. Районированные и перспективные сортообразцы группы лимона СССР / составитель Т.Х. Самоладас; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1975. 30, [1] с.

49. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 146. Слива: (малоизвестные сорта) / подготовлен: В.Л. Витковским, К.Ю. Мостоловицей; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1975. 60 с.: табл.

50. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 147. Коллекция древесных и кустарниковых пород дендропарка «Устимовка» / составители: Т.Г. Тамберг, Е.С. Сыч; под редакцией Т.Г. Тамберг; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1975. 66 с.

51. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 148. Малораспространенные сорта вишни в СССР / составитель А.А. Юшев; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1975. 93, [1] с.: табл.

52. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 155. Образцы сельскохозяйственных культур, поступившие в 1974 г. / составители: С.Н. Бахарева, Л.Е. Горбатенко, К.А. Кобылянская, В.А. Чикова, Ю.Н. Щербаков, Ф.В. Гуревич; под редакцией К.З. Будина; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1975. 219, [1] с.: табл. Из содерж.: (Яблоня. С. 205-206; Слива. С. 206-207; Вишня, черешня. С. 207-208; Смородина. С. 208-209; Ежевика, земляника, виноград. С. 209-210; Актинидия, шелковица. С. 210).

53. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 156. Плодовые, ягодные и декоративные культуры, интродуцированные из зарубежных стран / [составители: Н.А. Бурнашева, К.К. Керамидас, Е.С. Матвеева, Т.Г. Тамберг, М.Ю. Васильева, Н.А. Петренко]; под общей редакцией Я.С. Нестерова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1975. 44 с.: ил., табл.

54. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 158. Сорта яблони Нечерноземной зоны и их использование в производстве и селекции / составитель Я.С. Нестеров; ответственный за выпуск Я.С. Нестеров; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1975. 78, [1] с.: ил.

55. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 159. Смородина и крыжовник / составители: Е.В. Володина, Г.С. Крылова; использованы описания: Н.М. Павловой, А.В. Мосоловой; ответственный за выпуск А.С. Нестеров; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1975. 58, [1] с.

56. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 160. Полевая устойчивость смородины и крыжовника к заболеваниям / составители: Т.М. Хохрякова, Е.В. Володина, Н.М. Бочкарникова, С.Д. Елсакова, Н.С. Кардаева, Т.И. Степанова, Н.Л. Неронова, Г.С. Крылова; под редакцией В.И. Кривченко; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1975. 43, [1] с.: табл.

57. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 161. Малораспространенные в СССР сорта черешни / составитель А.А. Юшев; [подготовлен: А.А. Юшевым, А.А. Ревиним, И.И. Шестаковым]; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1975. 55, [1] с.: табл.

58. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 175. Распространенные и перспективные для производства и селекции сорта яблони / составитель Я.С. Нестеров; ответственный за выпуск Я.С. Нестеров; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1976. 177, [1] с.: ил.

59. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 176. Зарубежные сорта плодовых, ягодных, орехоплодных и субтропических культур, интродуцированные в 1963-1973 гг. и переданные научно-исследовательским учреждениям СССР / составитель В.А. Чикова; под редакцией Я.С. Нестерова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1976. 43, [1] с.

60. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 178. Полевая устойчивость абрикоса, персика и миндаля к основным заболеваниям / [коллектив авторов: И.М. Хлопцева, Э.Н. Ломакин, Г.Ф. Говорова, Э.И. Воронин, П.В. Вольвач, И.И. Шестаков, Т.С. Василенко, В.П. Денисов, В.Е. Славгородский, Т.М. Хохрякова]; под редакцией В.И. Кривченко; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1976. 120 с.: табл.

61. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 181. Новые сорта яблони в Крыму / составитель Ю.И. Филиппов; под редакцией Я.С. Нестерова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1976. 34 с.

62. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 184. Виноград / составитель Н.И. Рябова; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1976. 42 с.: табл.

63. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 185. Сорты черешни для механизированного сбора урожая и исходный материал для селекции / составитель А.А. Юшев; [выделение сортов проводили: А.А. Ревин, А.А. Юшев, Ю.А. Гнездилов, И.И. Шестаков]; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1976. 57, [1] с.: ил., табл. + прил. (4 с.: ил.).
64. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 186. Полевая устойчивость земляники, малины и ежевики к основным заболеваниям / составители: Т.М. Хохрякова, Е.В. Мажоров, Г.М. Синькова, К.К. Керамидас, А.П. Чурганов, Г.Ф. Говорова, В.А. Череватенко, Н.Л. Неронова, С.Д. Елсакова, Н.С. Кардаева, Т.И. Степанова; под редакцией В.И. Кривченко; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1976. 62 с.: табл.
65. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 189. Образцы сельскохозяйственных культур, поступившие в 1976 г. / составители: С.Н. Бахарева, Л.Е. Горбатенко, К.А. Кобылянская, В.А. Чикова, Ю.Н. Щербаков, Н.К. Петрова, Ф.В. Гуревич; под редакцией Э.Т. Мещерова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1977. 203 с.: табл. Из содерж.: (Абрикос. С. 199; Айва. С. 196; Вишня. С. 198; Груша. С. 193-195; Миндаль. С. 199; Персик. С. 199; Слива. С. 196-198; Смородина красная. С. 200; Смородина черная. С. 199; Черешня. С. 198-199; Яблоня. С. 191-193).
66. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 201. Зарубежные сорта яблони, груши, сливы, интродуцированные в 1968-1972 гг. / составители: Л.Л. Любимова, В.А. Чикова, С.Е. Шипота; под редакцией Я.С. Нестерова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1977. 35, [1] с.
67. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 202. Однолетние астры (*Callistephus* L.) / составитель Н.А. Петренко; под редакцией Т.Г. Тамберг; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1977. 91, [1] с.
68. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 209. Виды и разновидности рода *Malus* Mill. / составитель Я.С. Нестеров; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1977. 82, [2] с.: ил.
69. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 220. Алыча / составители: Г.В. Еремин, Л.Л. Данилова; под редакцией Л.В. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1978. 124 с.: табл.
70. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 222. Гладиолусы / составитель Т.Г. Тамберг; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1978. 77, [1] с.
71. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 224. Редкие среднеазиатские сорта винограда / составители: Н.И. Рябова, В.А. Арзуманов, К.Ф. Курдюкова; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1978. 66, [2] с.: табл.
72. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 228. Слива / составители: В.Л. Витковский, В.П. Царенко; [при участии: Л.Н. Гуциной, А.С. Лапиной, О.Г. Бычковой]; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1978. 114 с.: табл.
73. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 233. Полевая устойчивость к заболеваниям гладиолусов и астр / составители: Т.М. Хохрякова, Т.Г. Тамберг, Н.А. Петренко, Г.В. Острякова, С.И. Гримальская; под редакцией Т.Г. Тамберг; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1978. 62, [1] с.: табл.
74. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 239. Новые зарубежные сорта плодовых культур, интродуцированные в 1975-1978 гг. / составитель В.А. Чикова; под редакцией Э.Т. Мещерова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1978. 32, [2] с.
75. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 240. Сорты яблони зарубежной селекции / составитель Я.С. Нестеров; ответственный за выпуск Я.С. Нестеров; [рисунки и фотографии: В.А. Конради, А. Конради, М. Луканиной, И. Бардова, И. Латышевой]; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1978. 268 с.: ил.
76. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 250. Сорты черешни и вишни / составитель А.А. Юшев; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1979. 62, [2] с.: табл.
77. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 251. Отечественные сорта яблони народной селекции / составитель Я.С. Нестеров; [художники: В. Конради, Л. Конради, И. Бардов, М. Тихомирова]; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1979. 197, [3] с.: ил.
78. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 253. Дикие родичи и сородичи цитрусовых растений / составитель Ц.Д. Кокая; под редакцией Т.Х. Самоладаса; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1979. 28 с.
79. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 260. Отдаленные гибриды косточковых культур / составитель Г.В. Еремин; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1979. 113, [1] с.: табл.
80. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 267. Груша / составители: А.С. Туз, Е.А. Дуганова, Л.Л. Любимова, А.Я. Лобачев, Л.А. Бурмистров, В.П. Царенко, Н.А. Бурашова, Н.Н. Гриненко, Н.П. Лакоба; под редакцией Я.С. Нестерова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1979. 222 с.
81. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 268. Устойчивые к инфекционным болезням сорта и образцы сельскохозяйственных растений / подготовлен научными сотрудниками отдела иммунитета ВИР; ответственный составитель В.И. Кривченко; под редакцией Д.Д. Брежнева; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1979. 164, [2] с.: табл. Из содерж.: (Устойчивость плодово-ягодных культур к комплексу заболеваний. С. 128-164).
82. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 270. Лещина / составитель Г.К. Коваль; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1980. 95, [1] с.: табл., ил.
83. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 274. Перечень таксонов, поступивших в Гербарий ВИР из-за рубежа с 1968 по 1977 г. / составитель Н.И. Белозор; под редакцией О.Н. Коровиной; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1980. 59, [1] с.
84. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 275. Персик: (малоизвестные сорта) / составители: И.М. Хлопцева, И.И. Шестаков; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1980. 77, [1] с.: табл.
85. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 283. Земляника: (полевая и физиологическая устойчивость к неблагоприятным условиям вегетации и зимовки) / составители: Э.А. Гончарова, Е.В. Мажоров, Л.Г. Добренкова, А.П. Чуганов; под редакцией Г.В. Удовенко; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1980. 13, [1] с.: табл.
86. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 288. Гранат / составители: Г.М. Левин, Э.К. Левина; под редакцией: Е.Ф. Петровой, К.П. Попова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1980. 43, [1] с.

87. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 291. Инжир / составители: Е.Ф. Петрова, Э.К. Левина; под редакцией К.П. Попова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1980. 84 с.
88. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 296. Сорты яблони советской селекции / составитель Я.С. Нестеров; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1980. 164 с.
89. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 309. Сорты яблони типа спур / составители: Я.С. Нестеров, С.Е. Шипота; под редакцией Я.С. Нестерова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1981. 38, [2] с.: табл.
90. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 313. Однолетние астры / составитель Н.А. Петренко; под редакцией Т.Г. Тамберг; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1981. 132 с.: табл.
91. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 316. Виды и разновидности рода *Pyrus* L. / составители: А.С. Туз, Л.Л. Любимова; [художник М.С. Тихомирова]; под редакцией Я.С. Нестерова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1981. 47, [1] с.: ил.
92. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 317, ч. 1. Родословная районированных в СССР сортов земляники / составитель Е.В. Мажоров; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1981. 50, [2] с.: ил., [1] л. схем.
93. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 322. Растительные ресурсы Советского Союза (экспедиции ВИР в 1971–1980 годах) / составители: Э.Т. Мещеров, К.А. Кобылянская; под редакцией Э.Т. Мещерова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1981. 125, [3] с. табл.
94. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 327, ч. 1. Каталог типов таксонов растений, хранящихся в гербарии ВИР / составители: О.Н. Коровина, Н.И. Белозор, Ю.А. Доронина, Е.А. Костерина; под редакцией О.Н. Коровиной; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1981. 18, [2] с.
95. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 327, ч. 2. Каталог типов таксонов растений, хранящихся в гербарии ВИР / составители: О.Н. Коровина, Н.И. Белозор, Н.М. Черноморская; [в выделении и оформлении типовых образцов в родах принимали участие: О.Н. Коровина, Н.И. Белозор, В.И. Буренин, В.А. Мошкин, Е.А. Костерина, Ц.Д. Кокая, В.Д. Кобылянский, Л.К. Иванович, Ю.А. Доронина, А.Я. Лобачев, Н.Н. Лунева, Н.А. Францкевич, Н.М. Черноморская, В.С. Лехнович]; под редакцией О.Н. Коровиной; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1985. 21, [1] с.
96. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 328. Мандарин, апельсин, грейпфрут, помпельмус: (районированные и перспективные образцы) / составители: А.А. Гогиберидзе, В.Г. Гурцкая, Р.К. Карая; под редакцией: Т.Х. Самоладаса, Е.Ф. Петровой; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1982. 112 с.
97. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 334. Малораспространенные в СССР сорта черешни и вишни / составители: А.А. Юшев, А.А. Ревин, И.И. Шестаков, М.И. Вовк, А.Д. Солнцев, Г.В. Монахов, Ж.В. Лакшина; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1982. 98, [2] с.: табл.
98. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 343. Пионы / составитель: М.Ю. Васильева, Л.М. Мельникова; под редакцией Т.Г. Тамберг; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1982. 65, [1] с.: ил.
99. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 349. Земляника: (отечественные сорта в коллекциях опытных станций ВИР) / составители: Е.В. Мажоров, М.Н. Бобрышева, С.Д. Елсакова, Е.Д. Паталаха, Т.И. Степанова, В.А. Череватенко, А.П. Чурганов; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1982. 27, [2] с.
100. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 350. Образцы субтропических плодовых и орехоплодовых культур коллекции Сухумской опытной станции (инжир, фейхоа, мушмула японская, авокадо, pekan) / составители: Е.Ф. Петрова, О.Г. Воронова, А.Г. Барганджия, Л.А. Гоголашвили, З.С. Харазия; под редакцией А.Н. Фогеля; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1982. 90, [1] с.
101. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 351. Дикие сородичи культурных растений Среднеазиатского генцентра / составитель О.Н. Коровина; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1982. 98, [2] с.: карт.
102. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 354. Ранние сорта винограда / составители: Н.И. Рябова, В.А. Носульчак, В.А. Арзуманов, К.Ф. Курдюкова, Е.А. Носульчак; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1982. 76 с.
103. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 356: Информация о зарубежных экспедициях и командировках ВИР в 1971–1980 гг. / составители: Э.Т. Мещеров, К.А. Кобылянская; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1982. 39, [1] с.: табл.
104. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 363. Земляника: (зарубежные сорта и дикорастущие виды в коллекциях опытных станций ВИР) / составители: Е.В. Мажоров, Т.И. Степанова, М.Н. Бобрышева, В.А. Череватенко, А.П. Чурганов, С.Д. Елсакова, Е.Д. Паталаха; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1983. 14, [2] с.
105. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 369. Черешня и вишня: (характеристика устойчивости сортов к неблагоприятным условиям среды) / составитель Г.А. Халин; под редакцией: В.Л. Витковского, Г.В. Удовенко; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1983. 21, [1] с.: табл.
106. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 370. Малораспространенные отечественные сорта яблони / составители: Я.С. Нестеров, Ю.И. Филиппов, А.А. Шаова; под редакцией Я.С. Нестерова; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1983. 131, [1] с.
107. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 377. Земляника: (химический состав ягод в условиях Ленинградской области) / составители: Г.Б. Самородова-Бианки, Е.В. Мажоров, В.М. Степанова, Л.А. Баскакова; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1983. 39, [1] с.: табл.
108. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 383. Груша: (характеристика устойчивости сортов к засухе и жаре) / составитель Г.А. Халин; под редакцией: Я.С. Нестерова, Г.В. Удовенко; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1983. 16 с.: табл.
109. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 385. Полевая устойчивость образцов группы грейпфрута, помпельмуса, помпельмусоидов и других гибридов к главнейшим заболеваниям и вредителям / составитель М.Е. Сурмава; под редакцией: Е.Ф. Петровой, Т.М. Хохряковой; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1984. 17, [2] с.: табл.
110. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 386. Жимолость / составители: Н.М. Бочкарникова, М.Н. Плеханова; под редакцией В.Л. Витковского; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград: ВИР, 1983. 31, [1] с.: табл.

111. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 387. Сорты гладиолуса зарубежной селекции : (источники и доноры полезных признаков) / составитель Т.Г. Тамберг ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1983. 202, [2] с.
112. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 389. Доноры и источники важнейших хозяйственно-ценных признаков культурных растений для решения актуальных проблем селекции / составители: В.Ф. Дорофеев, В.А. Вершинина, К.С. Горская [и др.]; [составители: плодовые культуры: Л.Л. Любимова, Я.С. Нестеров, А.С. Туз]; под редакцией: В.Ф. Дорофеева, В.Д. Кобылянского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1984. 267, [1] с. Из содерж.: (Яблоня. С. 257-263; Груша. С. 264-267).
113. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 399. Земляника : (сорты селекции Научно-исследовательского зонального института садоводства Нечерноземной полосы) / составители: И.В. Попова, Е.В. Мажоров, Т.С. Кантор, А.А. Высоцкий ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1984. 72, [2] с. : ил.
114. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 403. Груша : источники полезных признаков / составитель А.С. Туз ; под редакцией Я.С. Нестерова ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1984. 42, [2] с.
115. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 404. Яблоня : (физиологическая устойчивость сортов к засухе и жаре) / составитель Г.А. Халин ; под редакцией: Я.С. Нестерова, Г.В. Удовенко ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1984. 22, [2] с. : табл.
116. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 406. Груша : (новые и малораспространенные сорта) / составители: А.С. Туз, Е.А. Дуганова, Н.П. Лакоба ; под редакцией Я.С. Нестерова ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1984. 54 с.
117. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 426. Новые сорта плодовых культур селекции Крымской опытно-селекционной станции ВИР / составители: Л.А. Туровская, С.Н. Забродина, С.В. Симакина, М.Н. Бобрышева, А.В. Исачкин, С.Г. Батиков, Л.В. Шаповалова ; под редакцией Г.В. Еремина ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1985. 60, [4] с. : ил.
118. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 431. Абрикос : (физиологическая устойчивость сортов к морозам, заморозкам, засухе и жаре) / составитель Г.А. Халин ; под редакцией: В.Л. Витковского, Г.В. Удовенко ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1985. 22, [2] с. : табл.
119. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 450. Яблоня : (химический состав плодов в условиях Северо-Западной зоны РСФСР) / составитель: Г.Б. Самородова-Бланки, В.И. Майорова, Л.Е. Баскакова, С.А. Стрельцина ; под редакцией Н.П. Ярош ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1988. 63, [1] с. : табл.
120. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 457. Сорты земляники селекции Среднеазиатского филиала ВИР / составители: Е.В. Мажоров, Е.Д. Паталах, В.А. Смирнова ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1988. 55, [1] с. : ил.
121. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 458. Сорты земляники, выделенные по хозяйственно ценным признакам для возделывания и селекции в условиях Заполярья / составители: С.Д. Елсакова, Е.В. Мажоров ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1988. 23, [1] с. : табл., ил.
122. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 460. Слива : (малоизвестные сорта) / составители: В.Л. Витковский, Г.В. Еремин, Т.Г. Беляева, З.М. Гаврилина, О.Ф. Мизгирева, К.Ю. Мостоловица, Н.Н. Литгинская, К.Д. Мельникова, Г.В. Монахов ; под редакцией: В.Л. Витковского, З.М. Гавриловой ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1988. 136 с. : табл.
123. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 464. Сорты земляники селекции Всесоюзного научно-исследовательского института садоводства им. И.В. Мичурина / составители: К.Т. Яркова, Е.В. Мажоров ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1988. 35, [1] с. : ил.
124. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 465. Яблоня : (характеристика устойчивости сортов на зимостойкость) / составители: Ю.Г. Перепада, В.В. Малыченко, Л.Н. Баландина ; под редакцией В.В. Малыченко ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 26, [2] с. : табл.
125. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 470. Гладиолус : (сорты отечественной селекции советского периода) / составитель Т.Г. Тамберг ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1988 [1989]. 72, [2] с.
126. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 481. Слива : (химический состав плодов) / составители: Н.И. Шарова, Н.П. Илларионова, К.Ю. Мостоловица ; под редакцией: В.Л. Витковского, Н.П. Ярош ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 78, [2] с. : табл.
127. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 482. Слива и алыча : (физиологическая устойчивость сортов к морозам, заморозкам, засухе и жаре) / составитель Г.А. Халин ; под редакцией: В.Л. Витковского, Г.В. Удовенко ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 26, [2] с. : табл.
128. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 483. Полиплоидные формы цитрусовых / составитель М.Е. Тавадзе ; под редакцией: Т.Х. Самоладас, Е.Ф. Петровой ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 41, [1] с.
129. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 485. Яблоня : (источники хозяйственно ценных признаков для использования в селекции) / составитель Я.С. Нестеров ; [художники: В.В. Конради, М.С. Тихомирова, Н.В. Жмелев] ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 163, [5] с. : ил.
130. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 497. Сорты сельскохозяйственных культур селекции Дальневосточной опытной станции / составители: А.Н. Тимофеев, В.П. Царенко, А.К. Новоселов, В.Т. Богинич, Н.М. Бочкарникова, Р.И. Живчикова, П.П. Булах, Л.П. Толкачева, Л.А. Новоселова, О.Т. Слободчикова, А.Ш. Сабитов ; под редакцией В.П. Царенко ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1990. 71, [1] с. : ил. Из содерж.: Районированные сорта: (Ягодные культуры. С. 26-29; Виноград. С. 29-30); Сорта, находящиеся в государственном сортоиспытании: (Косточковые культуры. С. 38-41; Ягодные культуры. С. 41-43); Перспективные сорта и гибриды: (Косточковые культуры. С. 43-48; Ягодные культуры. С. 48-51; Виноград. С. 51-61; Актинидия. С. 62-65; Лимонник китайский. С. 65-[72]).
131. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 498. Персик : (физиологическая устойчивость сортов к морозам, заморозкам, засухе и жаре) / составитель Г.А. Халин ; под редакцией: В.Л. Витковского, Г.В. Удовенко ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 19, [1] с. : табл.
132. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 500. Орех грецкий. Виды рода *Juglans* L. Миндаль : (физиологическая устойчивость сортов, форм, видов к морозам, заморозкам, засухе и жаре) / составители: Г.А. Халин, А.А. Ревин, А.Н. Дзедина, В.П. Денисов, В.Е. Слав-

- городский, В.Ф. Мищенко ; под редакцией: В.Л. Витковского, Г.В. Удовенко ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 20, [2] с. : табл.
133. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 501. Краткая характеристика новых зарубежных образцов сельскохозяйственных культур, поступивших в 1988 г. / составители: С.Н. Бахарева, Л.А. Бурмистров, Л.Е. Горбатенко, Н.М. Зотева, С.Г. Иванова, А.И. Танцюра, Р.А. Оксюзан, Ф.Т. Цангас, Е.И. Казакова, И.Г. Шмараев, М.Х.-М. Галаев, Т.Н. Кожанова, В.А. Полякова, Н.А. Ткаченко, Н.Д. Дульнева, И.И. Конохова, Н.Д. Василенко, А.Э. Ниязов, М.А. Гриценко ; под редакцией С.Н. Бахарева ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 159, [1] с. (Экспресс-информация / ВАСХНИЛ, ВИР). Из содерж.: (Плодовые культуры. С. 156-157).
134. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 502. Засухоустойчивость сортов земляники ананасной в условиях Северо-Запада РСФСР и Краснодарского края : (физиологическая оценка) / составители: Л.Г. Добренкова, З.А. Гончарова, Е.В. Мажоров ; под редакцией Г.Б. Удовенко ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 19, [1] с. : табл.
135. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 503, ч. 2. Родословная районированных в СССР сортов земляники / составитель Е.В. Мажоров ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 93, [1] с. : схем. [см. часть 1: Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 317, ч. 1].
136. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 509[г]. Груша : (дикорастущие формы и межвидовые гибриды) / составители: А.С. Туз, И.А. Бандурко ; под редакцией Я.С. Нестерова ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 62, [1] с.
137. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 513. Земляника : (названия растений *Fragaria L.* на русском языке) / составитель Е.В. Мажоров ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 78, [1] с. : ил.
138. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 519. Сельскохозяйственные растения и их сородичи Северной Америки / составитель Ю.Н. Щербаков ; под редакцией С.Н. Бахарева ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1990. 333, [3] с. : ил., [1] л. карт. Из содерж.: (Яблоня. С. 91-95; Груша. С. 96-103; Вишня и черешня. С. 104-107; Миндаль. С. 108-111; Черемуха. С. 111-113; Орех грецкий. С. 114-117; Кария. С. 118-124; Каштан. С. 125-127; Смородина. С. 128-136; Крыжовник. С. 137-148; Малина и ежевика. С. 148-168; Земляника. С. 169-175; Голубика. С. 176-185; Клюква. С. 185-186; Виноград. С. 187-206; Боярышник. С. 207-237).
139. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 521. Смородина черная : (химический состав ягод в условиях Северо-Западной зоны РСФСР) / составители: Г.Б. Самородова-Бианки, Е.В. Володина, Л.Е. Баскакова, С.А. Стрельцина, К.Г. Ягунова ; под редакцией Г.Б. Самородовой-Бианки ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1989. 28, [2] с. : табл.
140. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 526. Персик : (химический состав плодов в условиях Ташкентской области) / составители: О.Ф. Поляничко, К.И. Байметов, М.Ю. Юлдашев, В.П. Денисов ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1990. 50, [2] с. : табл.
141. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 527. Земляника : (химический состав ягод в условиях Северного Кавказа) / составители: В.А. Череватенко, Е.В. Мажоров, А.П. Аникеенко ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1990. 45, [1] с. : табл.
142. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 540. Краткая характеристика новых зарубежных образцов сельскохозяйственных культур, поступивших в 1989 г. / Л.А. Бурмистров, Л.Е. Горбатенко, Н.М. Зотева, Т.Н. Кожанова, С.Г. Иванова, А.И. Танцюра, Р.А. Оксюзан, Ф.Т. Цангас, И.Г. Шмараев, М.Х.-М. Галаев, В.А. Полякова, Н.А. Ткаченко, Н.Д. Дульнева, И.И. Конохова, Н.Д. Василенко, А.Э. Ниязов, М.А. Гриценко ; под редакцией С.Н. Бахарева ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1990. 102, [2] с. (Экспресс-информация / ВАСХНИЛ, ВИР). Из содерж.: (Плодовые культуры. Яблоня. С. 99-100).
143. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 542, ч. 1. Дикорастущие косточковые плодовые растения Дальнего Востока. Черемуха / составители: В.Л. Витковский, А.Ф. Колесникова, В.П. Царенко, А.В. Куприй, М.С. Чеботарева, З.М. Гаврилина, Н.А. Царенко ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1990. 61, [2] с. : табл.
144. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 553. Смородина и крыжовник / составители: Е.В. Володина, Н.А. Пупкова, О.А. Тихонова, Т.В. Арсеньева ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1990. 102, [2] с.
145. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 554. Нарциссы / составители: М.Ю. Васильева, Л.М. Мельникова ; под редакцией Н.А. Петренко ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1990. 49, [3] с. : ил.
146. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 560. Слива : (сорта диплоидных видов) / составители: В.Л. Витковский, З.М. Гаврилина, К.Ю. Мостоловица, В.П. Царенко ; под редакцией: В.Л. Витковского, З.М. Гаврилиной ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1990. 42, [2] с. : табл.
147. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 561, (ч. 1). Мандарин, апельсин, лимон, грейпфрут, помпельмус / составители: Т.Х. Самолдас, Э.М. Отырба, Л.А. Оксюзан, Р.К. Карая, Е.Ф. Петрова ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 148 с.
148. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 562. Информация о внутрисоюзных и зарубежных экспедициях ВИР в 1981-1985 г. / составитель К.А. Кобылянская ; под редакцией С.Н. Бахарева ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1990. 67, [1] с. : табл.
149. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 570. Земляника : (устойчивость сортов и видов к белой пятнистости) / составитель Г.Ф. Говорова ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 35, [1] с. : ил.
150. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 572. Яблоня, слива, алыча, терн : (характеристика устойчивости сортов к засухе и жаре) / составители: Ю.Г. Перепада, В.В. Малыченко, Л.Н. Баландина, А.С. Сиднин ; под редакцией Э.А. Гончаровой ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 19, [1] с. : табл.
151. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 579. Зарубежные сорта черешни и вишни / составители: А.А. Юшев, А.А. Ревин, С.Г. Батиков, В.Г. Зырянов, С.Ю. Орлова ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 35, [2] с. : табл.
152. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 581. Персик : (химический состав плодов) / составители: Н.И. Шарова, Н.П. Илларионова, И.М. Хлопцева ; под редакцией В.П. Денисова ; РАСХН, Институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1992. 97, [3] с. : табл.

153. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 584. Перспективные клоны цитрусовых : (мандарин, апельсин, лимон, помпельмус) / составитель Г.В. Цеквава ; под редакцией: Т.Х. Самоладаса, Е.Ф. Петровой ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 32, [2] с.
154. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 588. Груша : (источники хозяйственно ценных признаков для использования в селекции) / составители: А.С. Туз, И.А. Бандурко, О.Н. Барсукова ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 89, [3] с.
155. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 592. Сорта и гибриды винограда селекции Среднеазиатского филиала ВИР / составители: Н.И. Рябова, В.А. Арзуманов, К.Ф. Курдюкова ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 37, [3] с.
156. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 594. Сорта ягодных культур / составитель коллектив научных сотрудников ВИР: [М.Н. Плеханова, Е.В. Мажоров, Н.А. Пупкова, Е.В. Володина, О.Е. Тихонова] ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 76 с. : табл.
157. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 597. Дикорастущие косточковые плодовые растения Дальнего Востока. Микровишня железистая / составители: В.Л. Витковский, А.Ф. Колесникова, В.П. Царенко, М.С. Чеботарева, Н.А. Царенко ; под редакцией А.А. Юшева ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 78, [2] с.
158. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 598. Дикорастущие косточковые плодовые культуры Дальнего Востока. Абрикос / составители: В.Л. Витковский, В.П. Царенко, Е.А. Соколова, Н.А. Царенко ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 54, [2] с.
159. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 600. Пионы / составители: М.Ю. Васильева, Л.М. Мельникова ; под редакцией Н.А. Петренко ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 53, [3] с. : ил.
160. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 612. Районированные и перспективные сорта и формы сельскохозяйственных культур для влажных субтропиков Закавказья / составители: Т.Х. Самоладас, А.Н. Фогель, Г.А. Хватыш, Л.А. Оксюзян, Р.К. Карая, А.Г. Барганджия, Н.В. Канаева, Л.А. Гоголашвили, Э.Ш. Губаз, О.Г. Воронова, З.М. Отырба, Н.П. Лакоба, З.С. Харазия, Ю.М. Стефаниди, Р.И. Герия ; под редакцией Е.Ф. Петровой ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Ленинград : ВИР, 1991. 72, [6] с. + прил. (40 с. : ил.).
161. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 617. Слива, алыча, терн, яблоня : (характеристика устойчивости сортов на морозостойкость) / составитель Ю.Г. Перепада ; под редакцией: В.Л. Витковского, Э.А. Гончаровой ; РАСХН, Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1992. 23, [1] с.
162. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 618. Крыжовник : (химический состав ягод в условиях Северо-Западной зоны России) / составители: Г.Б. Самородова-Бианки, С.А. Стрельцина, Н.А. Пупкова, Л.Е. Баскакова, К.Г. Ягунова ; под редакцией Г.Б. Самородовой-Бианки ; РАСХН, Научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1992. 44, [3] с. : табл.
163. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 620[з]. Земляника : (устойчивость сортов и видов к белой, бурой и угловатой пятнистости листьев) / составитель Г.Ф. Говорова ; под редакцией В.Л. Витковского ; ВАСХНИЛ, Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1992. 22 с. : табл.
164. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 626. Сорта яблони коллекции Майкопской опытной и Крымской помологической станций / составитель: Я.С. Нестеров, В.М. Кочетков, Ю.И. Филиппов, А.А. Шаова, В.Д. Щербатко ; под редакцией Я.С. Нестерова ; РАСХН, Научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1992. 213, [1] с. : ил.
165. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 629. Яблоня : (описание и классификация сортов Передней и Средней Азии) / составители: В.И. Авдеев, Н.А. Бурнашева ; под редакцией: В.Л. Витковского, В.В. Пономаренко ; РАСХН, Всероссийский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1992. 70, [2] с. : табл.
166. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 651. Сорта земляники селекции Ленинградской плодовоошной опытной станции / составители: Г.Д. Александрова, Е.В. Мажоров, Г.А. Копыл ; РАСХН, Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1994. 25, [1] с.
167. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 652. Яблоня : (выделенные сорта и их использование в производстве и селекции) / составитель Я.С. Нестеров ; РАСХН, Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1994. 128 с.
168. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 657. Груша : (список новых сортов) / составители: А.С. Туз, Л.А. Бурмистров, И.А. Бандурко ; под редакцией В.Л. Витковского ; РАСХН, Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1994. 81, [1] с.
169. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 663. Орехоплодные культуры : (содержание белка и масла, состав жирных кислот) / составители: Г.К. Низова, В.П. Денисов, Н.П. Ярош, Р.Г. Горбачева, А.И. Ермаков, А.Ф. Калугина, З.А. Авдеева, Т.И. Дускабилова, В.Ф. Мищенко, З. Харазия, Н.И. Шарова ; под редакцией Н.П. Ярош ; РАСХН, Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1994. 64 с. : табл.
170. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 665. Сорта и виды жимолости (*Lonicera* subsect. *Caeruleae*) – источники и доноры хозяйственно ценных признаков для селекции : (к 70-летию отдела плодовых культур ВИР) / составители: М.Н. Плеханова, А.В. Кондрикова, Л.Н. Хайрова ; под редакцией М.Н. Плехановой ; РАСХН, Всероссийский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1995. 61, [1] с. : табл.
171. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 674. Вишня (*Cerasus* Mill.) : (модели оптимальных сортов вишни для различных регионов России и исходный материал для селекции) / составитель А.А. Юшев ; РАСХН, Всероссийский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1995. 32, [1] с. : табл.
172. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 675. Виды полезных растений России и других стран СНГ / составители: С.Н. Бахарева, Н.М. Зотеева, К.А. Кобылянская ; под редакцией: Л.Е. Горбатенко, С.Н. Бахарева ; РАСХН, Всероссийский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1995. 262, [2] с. : табл.
173. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 682. Информация об экспедициях ВИР, проведенных на территории России, стран Ближнего и Дальнего зарубежья в 1986–1994 г. / составители: Н.М. Зотеева, Т.А. Комарова ; под редакцией Л.Е. Горбатенко ; РАСХН, Всероссийский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1995. 65, [3] с. : табл.
174. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 689. Интродуцированные полиплоиды косточковых плодовых растений (*Prunus* L., *Armeniaca* L., *Persica* Mill., *Cerasus* Mill., *Microcerasus* Webb emend. Spach) / составители: Г.В. Еремин, Э.Г. Рассветаева, В.В. Ковалева, В.М. Гарковенко ; под редакцией А.А. Юшева ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 1997. 36, [4] с.
175. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 711. Селекционные достижения ВИР по плодовым культурам за 75 лет : (посвящается 75-летию организации отдела плодовых культур ВИР) / составитель А.А. Юшев ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2000. 97, [1] с.

176. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 722. Груша : (источники устойчивости к болезням, выделенные на Майкопской опытной станции ВИР) : [70-летию создания Майкопской опытной станции ВНИИР им. Н.И. Вавилова посвящается] / составители: О.Н. Барсукова, А.С. Туз, И.А. Бандурко ; под редакцией: В.В. Пономаренко, Л.А. Бурмистрова ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2000. 23, [5] с. : табл.

177. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 723. Яблоня : (источники устойчивости к болезням, выделенные на Майкопской опытной станции ВИР) : [70-летию создания Майкопской опытной станции ВНИИР им. Н.И. Вавилова посвящается] / составители: О.Н. Барсукова, В.В. Пономаренко, В.М. Кочетков ; под редакцией Я.С. Нестерова ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2000. 24, [4] с. : табл.

178. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 742. Груша : доноры и источники важнейших для селекции признаков / составители: А.С. Туз, И.А. Бандурко, О.Н. Барсукова, Л.А. Бурмистров, А.П. Анিকেенко, А.Я. Лобачев ; под редакцией М.Н. Плехановой ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2002. 108, [3] с.

179. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 743. Доноры и источники важнейших для селекции признаков ягодных культур : (жимолость, крыжовник, красная смородина, черная смородина) / составители: М.Н. Плеханова, О.А. Тихонова, Т.В. Арсеньева, Н.А. Пупкова ; под редакцией М.Н. Плехановой ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2004. 141, [3] с. : табл.

180. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 760. Генофонд вишни (*Cerasus* Mill.) в северных широтах / составители: А.А. Юшев, С.Ю. Орлова ; под редакцией А.А. Юшева ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2004. 63, [1] с.

181. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 766. Дикie родичи культурных растений России / составители: Т.Н. Сmealова, И.Г. Чухина ; под редакцией Н.И. Дзюбенко ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2005. 53, [1] с. : табл.

182. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 767. Земляника : химический состав ягод в условиях Северного Кавказа / составители: Е.А. Добренков, Л.Г. Семенова, Ю.П. Соколов ; под редакцией В.Л. Витковского ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2006. 15, [1] с. : табл.

183. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 768. Груша : позднеспелые сорта с длительной лежкостью плодов / составители: А.С. Туз, И.А. Бандурко, О.Н. Барсукова, А.П. Анিকেенко ; под редакцией Л.А. Бурмистрова ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2006. 55, [1] с.

184. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 774. Устойчивость образцов родов *Cerasus*, *Padellus*, *Padus*, *Microcerasus* к коккомикозу / составители: М.С. Ленивцева, А.А. Юшев ; под редакцией Е.Е. Радченко ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2006. 35, [1] с. : табл.

185. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 781. Виды, разновидности и формы рода *Malus* Mill. : иммунологическая характеристика / составитель О.Н. Барсукова ; под редакцией В.В. Пономаренко ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2007. 26, [1] с. : табл.

186. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 785. Ранневесенние луковичные растения, декоративные луки и колхикумы / составитель Н.А. Петренко ; под редакцией А.А. Юшева ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2008. 48, [2] с.

187. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 787. Смородина : устойчивость растений к гидротермическим стрессам, продуктивность и химический состав ягод в условиях предгорной зоны Республики Адыгея / составители: Л.Г. Семенова, Е.А. Добренков, О.А. Тихонова, Т.В. Арсеньева ; под редакцией Л.А. Бурмистрова ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2008. 20, [1] с. : табл.

188. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 790. Малина и ежевика : реакция растений на неблагоприятные факторы среды, химический состав плодов в условиях предгорной зоны Республики Адыгея / составители: Е.А. Добренков, Л.Г. Семенова, Н.А. Долганова ; под редакцией Л.А. Бурмистрова ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2008. 18, [2] с. : табл.

189. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 793. Однолетние декоративные растения, редкие и малораспространенные / составитель Н.А. Петренко ; под редакцией А.А. Юшева ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2009. 97, [3] с.

190. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 799. Устойчивость сортов черешни и вишни к коккомикозу (*Coccomyces hiemalis* Higg.) / составители: М.С. Ленивцева, В.П. Орехова, Л.А. Лукичева ; под редакцией: Е.Е. Радченко, А.А. Юшева ; РАСХН, Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова, Украинская академия аграрных наук, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр. Санкт-Петербург : ВИР, 2010. 17, [2] с. : табл.

191. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 800. Информационная об экспедициях, проведенных в 1991–2009 г. / составители: Т.М. Озерская, О.А. Лисовская ; Н.И. Дзюбенко ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2010. 49, [1] с. : табл.

192. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 802. Однолетние декоративные растения / составитель Н.А. Петренко ; под редакцией А.А. Юшева ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2010. 133, [1] с.

193. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 814. Лилия (*Lilium* L.) : азиатские гибриды / составители: Н.А. Петренко, М.В. Васильева ; под редакцией А.А. Юшева ; РАСХН, Государственный научный центр РФ Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2014. 42, [2] с.

194. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 819. Нарциссы (*Narcissus* L.) / составители: Н.А. Петренко, М.В. Васильева ; под редакцией А.А. Юшева ; Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2015. 48, [2] с.

195. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 827. Слива : характеристика образцов сливы по устойчивости к сливово-трянковой гнили / составители: Л.В. Ермолаева, О.Е. Радченко ; под редакцией Е.Е. Радченко ; Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2015. 15, [1] с.

196. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 831. Плодово-ягодные, овощные и полевые культуры : краткая характеристика образцов, выделенных по хозяйственно ценным признакам для южного региона России из коллекций филиала Майкопская опытная станция ВИР : (к 85-летию станции) = [Плодово-ягодные, овощные и полевые культуры : краткая характеристика образцов, выделенных из коллекций Майкопской опытной станции ВИР по ряду хозяйственно ценных признаков для южного региона России : (к 85-летию станции)] / составитель коллектив сотрудников филиала Майкопская опытная станция ВИР: [В.М. Кочетков, О.Н. Барсукова, И.А. Бандурко, В.А. Котов, Т.И. Демченко, Л.Г. Семенова, Е.А. Добренков, М.В. Назаренко, С.А. Слепков, О.В. Плещ, Т.Т. Агеева, В.А. Семенов, Л.В. Якимцова, Т.С. Винцунас, М.Н. Горковенко, А.А. Ясько, И.В. Носенко, С.Н. Котова, И.В. Филь, И.А. Алексеева, Т.С. Горко-

венко, Е.Н. Сулина]; под научной редакцией: В.А. Семенова, Л.Г. Семеновой; под общей редакцией Н.И. Дзюбенко; Федеральное агентство научных организаций, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Филиал Майкопская опытная станция. Санкт-Петербург: ВИР, 2016. 85, [1] с.

197. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 832. Дикие родичи культурных растений России: Северо-Западный федеральный округ Российской Федерации: (Мурманская область, Республика Карелия, Ленинградская область, Псковская область, Новгородская область, Архангельская область, Республика Коми) / Л.Ю. Шипилина, М.А. Жук; под редакцией С.М. Смекаловой; Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2016. 101, [1] с.: карт.

198. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 835. Слива домашняя: новые и малоизвестные сорта для Северо-Запада России / О.Е. Радченко; под научной редакцией А.А. Юшева; Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2016. 78, [2] с.

199. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 839. Флокс метельчатый (*Phlox paniculata* L.) / Н.А. Петренко, М.В. Васильева; под научной редакцией А.А. Юшева; Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2017. 35, [1] с.

200. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 847. Черная смородина / О.А. Тихонова; под научной редакцией А.А. Юшева; Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2017. 151, [1] с.

201. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 848. Крыжовник / Н.А. Пупкова; под научной редакцией А.А. Юшева; Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2017. 79, [1] с.

202. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 863. Яблоня: сорта народной селекции в коллекции генетических ресурсов яблони научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» = Apple-tree: old and local apple cultivars in the collection of apple tree genetic resources maintained at the Science and Production Base "Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR" / А.В. Шлявас, Л.В. Багмет, А.А. Трифанова, К.В. Борис; под научной редакцией Е.А. Соколовой; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2018. 32, [2] с.: табл.

203. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 864. Яблоня: лежкость плодов и результаты анализа полиморфизма генов биосинтеза этилена *MD-ACS1*, *MD-ACO1* и экспансина *MD-EXP7* у сортов яблони народной селекции научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» = Apple-tree: fruit storage ability and ethylene (*MD-ACS1*, *MD-ACO1*) and expansin (*MD-EXP7*) biosynthesis related genes polymorphism of old and local apple cultivars at the Science and Production Base "Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR" / И.Н. Шамшин, А.В. Шлявас, А.А. Трифанова, К.В. Борис; под научной редакцией Е.А. Соколовой; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2018. 24, [2] с.: табл.

204. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 874. Многолетние астры (*Aster* L.) = Perennial asters (*Aster* L.) / М.В. Васильева, Н.А. Петренко; под научной редакцией Е.А. Соколовой; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2018. 39, [1] с.: цв. ил.

205. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 877. Слива: диплоидные виды сливы на Северо-Западе России. Новые и малоизвестные сорта = Plum: diploid plum species in the Northwest of Russia. New and little-known varieties / О.Е. Радченко; под научной редакцией А.А. Юшева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2018. 58, [2] с.

206. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 887. Вишня: малоизвестные сорта, сохраняемые на Волгоградской опытной станции – филиале ВИР = Sour cherry: little-known cultivars preserved at Volgograd Experiment Station of VIR / А.С. Сиднин; под научной редакцией С.Ю. Орловой, Е.А. Соколовой; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2019. 38, [2] с.

207. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 890. Яблоня: сорта народной селекции, сохраняемые на Волгоградской опытной станции ВИР и в гербарии ВИР (WIR) = Apple-tree: old and local apple cultivars preserved at the Volgograd Experiment Station of VIR and in the VIR Herbarium (WIR) / А.В. Шлявас, А.С. Сиднин, Л.В. Багмет, А.А. Трифанова, К.В. Борис; под научной редакцией Е.А. Соколовой; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2019. 27, [1] с.: ил.

208. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 891. Ирисы бородатые (*Iris hybrida* hort.) = Bearded irises (*Iris hybrida* hort.) / Н.А. Петренко, М.В. Васильева; под научной редакцией Е.А. Соколовой; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2019. 44 с.: цв. ил.

209. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 899. Коллекция *in vitro* малины и ежевики (*Rubus* L., Rosaceae) = *In vitro* collection of raspberries and blackberries (*Rubus* L., Rosaceae) / С.Е. Дунаева, Г.С. Рокко; под научной редакцией Т.А. Гавриленко; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2019. 19, [1] с.: табл.

210. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 901. Дикие родичи культурных растений России. Северо-Кавказский федеральный округ. Карачаево-Черкесская Республика = Crop wild relatives of Russia. North Caucasian Federal District. Karachay-Cherkess Republic / Л.С. Багмет; научный редактор Д.С. Шильников; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2019. 58 с.: табл., цв. ил.

211. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 902. Вишня и черешня (*Cerasus* Mill.) : устойчивость образцов к коккомикозу и монилиозу в условиях Северо-Запада России = Sour and sweet cherry (*Cerasus* Mill.) : resistance of collection accessions to leaf spot and blossom blight in the Northwest of Russia / С.Ю. Орлова, А.А. Юшев; под научной редакцией А.А. Юшева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2019. 35, [1] с.: табл., цв. ил.

212. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 903. Слива: тёрн и тернослива на Северо-Западе России = Plum: blackthorn and damson plum in the Northwest of Russia / О.Е. Радченко; под научной редакцией А.А. Юшева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2019. 63, [1] с.: цв. ил.

213. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 918. Черешня (*Cerasus avium* (L.) Moench) : характеристика сортообразцов в условиях Северо-Запада России = Sweet cherry (*Cerasus avium* (L.) Moench) : characterization of cultivar populations in the environments of North-western Russia / С.Ю. Орлова, А.А. Юшев; под научной редакцией А.А. Юшева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург: ВИР, 2019. 44 с.: цв. ил.

ской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2020. 59, [1] с. : табл., цв. ил.

214. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 919. Черная смородина : (морфо-биологическая характеристика новых образцов и отдаленных гибридов рода *Ribes* L. коллекции ВИР) = Black currant : (biomorphological description of new accessions and distant hybrids of *Ribes* L. from the VIR collection) / О.А. Тихонова ; под научной редакцией А.А. Юшева ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). Санкт-Петербург : ВИР, 2020. 89, [1] с. : цв. ил.

215. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 920. Сорты яблони кавказской народной селекции, сохраняемые на Майкопской опытной станции ВИР и в гербарии ВИР (WIR) = Apple varieties developed by folk breeding in the Caucasus in the collections of Maikop Experiment Station of VIR and the VIR herbarium (WIR) / А.В. Шлявас, Л.В. Багмет, А.А. Трифонова, К.В. Борис ; под научной редакцией Е.А. Соколовой ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2020. 19, [1] с. : табл., ил.

216. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 921. Слива : характеристика видов сливы по устойчивости к вредителям на Северо-Западе России = Plum : characterization of plum species in terms of their pest resistance in the Northwest of Russia / О.Е. Радченко, Л.В. Ермолаева ; под научной редакцией Е.Е. Радченко ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2020. 35, [1] с. : табл., цв. ил.

217. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 923. Дикие виды рода *Iris* L. = Wild species of the genus *Iris* L. / Н.А. Петренко, М.В. Васильева ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2020. 26, [2] с. : цв. ил.

218. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 933. Лилейники (*Hemerocallis* L.) = Daylilies (*Hemerocallis* L.) / Н.А. Петренко, М.В. Васильева ; под научной редакцией Е.А. Соколовой ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Санкт-Петербург : ВИР, 2021. 35, [1] с. : цв. ил.

**Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции /
Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding**

**Научный рецензируемый журнал /
Scientific Peer Reviewed Journal**

ISSN 2227-8834 (Print); ISSN 2619-0982 (Online)
4 выпуска в год (ежеквартально) / Publication frequency: quarterly
<https://elpub.vir.nw.ru>; e-mail: trudyVIR@vir.nw.ru

Языки: русский, английский / Languages: Russian, English
Индексируется в РИНЦ (НЭБ), Scopus, RSCI, DOAJ, AGRIS, входит в перечень изданий, публикации которых учитываются Высшей аттестационной комиссией России (ВАК РФ) при защите диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук / Indexed/abstracted by the Russian Science Citation Index on eLIBRARY.RU platform, Scopus, Russian Science Citation Index (RSCI) on the Web of Science platform, DOAJ, AGRIS, included in the list of publications recognized by the Russian Higher Attestation Commission (VAK RF) when candidate and doctoral dissertations are defended.

Открытый доступ к полным текстам / Open access to full texts

<https://elpub.vir.nw.ru>
<http://www.vir.nw.ru/trudy>
<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=27909>

Требования к статьям и правила рецензирования, электронный архив в открытом доступе и иная дополнительная информация размещены на сайте журнала <https://elpub.vir.nw.ru> / Full information for authors, reviewers, and readers (open access to electronic versions and subscription to print editions) can be found at <https://elpub.vir.nw.ru>

Прием статей через электронную редакцию на сайте журнала <https://elpub.vir.nw.ru>. Предварительно необходимо зарегистрироваться как автору, затем в правом верхнем углу страницы выбрать «Отправить рукопись». После завершения загрузки материалов обязательно выбрать опцию «Отправить письмо», в этом случае редакция автоматически будет уведомлена о получении новой рукописи / Manuscripts are accepted via the online editing resource at the Journal's website <https://elpub.vir.nw.ru>. The sender needs to register as the author and select in the upper righthand corner "Send a manuscript". After the loading of the materials, the option "Send a letter" is to be chosen, so that the editors would be automatically informed that a new manuscript has been received.

Научный редактор: *Е.А. Соколова*

Корректурa: *А.Г. Крылов*

Компьютерная верстка: *А.В. Иванов*

Адрес редакции:

Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42
Тел.: (812) 314-49-14; e-mail: trudyVIR@vir.nw.ru; i.kotielkina@vir.nw.ru

Почтовый адрес редакции

Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42, 44

Подписано в печать 25.03.2022. Формат 70×100¹/₈.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ. л. 26. Тираж 300 экз. Заказ № 376/2.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР),
редакционно-издательский сектор ВИР

Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42

Отпечатано в типографии ООО «Р-КОПИ»

Россия, 190000, Санкт-Петербург, Россия, пер. Гривцова, 6Б

