

e-ISSN 2312-6701

2023, №3

СОВРЕМЕННОЕ САДОВОДСТВО — CONTEMPORARY HORTICULTURE

теоретическое и научно-практическое сетевое издание
<https://journal-vniispk.ru>

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЕКЦИИ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР
RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF FRUIT CROP BREEDING



УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-
исследовательский институт
селекции плодовых культур»
(ФГБНУ ВНИИСПК)

**СОВРЕМЕННОЕ САДОВОДСТВО –
CONTEMPORARY HORTICULTURE**

Сетевое издание

ПЕРИОДИЧНОСТЬ

4 номера в год

РЕЕСТРОВАЯ ЗАПИСЬ СМИ

серия Эл № ФС77-77630 от
31.12.2019 г.

ТЕМАТИКА

К публикации принимаются
оригинальные статьи, отражающие
проблематику и результаты
фундаментальных и прикладных
научных исследований в области
генетики, селекции, сортоизучения,
интродукции, биотехнологии,
физиологии, биохимии, иммунитета,
агрохимии, питомниководства,
хранения, переработки и технологий
выращивания плодовых, ягодных и
декоративных растений.

УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Опубликованные материалы
доступны по лицензии CC-BY 4.0
DEED
Attribution 4.0 International

ИНДЕКСАЦИЯ

BAK, РИНЦ, Google Scholar,
КиберЛенинка

КОНТАКТЫ

302530, Орловская область,
Орловский МО, д. Жилина, д. 1,
ФГБНУ ВНИИСПК
email: journal@vniispk.ru;
web: www.journal-vniispk.ru
тел.: 8(4862)45-00-71

**ПЛАТА ЗА ПУБЛИКАЦИЮ НЕ
ВЗИМАЕТСЯ**

© ФГБНУ ВНИИСПК, 2023

СОВРЕМЕННОЕ САДОВОДСТВО – CONTEMPORARY HORTICULTURE**2023, № 3**

11 апреля 2023 года включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны
быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по специальностям:

- 4.1.2 – Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)
4.1.4 – Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры
(сельскохозяйственные науки)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Князев Сергей Дмитриевич, д.с.-х.н., профессор, директор ФГБНУ ВНИИСПК

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Цой Михаил Флоридович, к.с.-х.н., заместитель директора по научной работе ФГБНУ
ВНИИСПК

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

Атрощенко Геннадий Парфёнович, д.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО СПбГАУ

Галашева Анна Мироновна, к.с.-х.н., ФГБНУ ВНИИСПК

Голяева Ольга Дмитриевна, к.с.-х.н., ФГБНУ ВНИИСПК

Грюнер Лидия Андреевна, к.с.-х.н., ФГБНУ ВНИИСПК

Евдокименко Сергей Николаевич, д.с.-х.н., доцент, ФГБНУ ФНЦ Садоводства

Емельянова Ольга Юрьевна, к.б.н., ФГБНУ ВНИИСПК

Еремин Виктор Геннадиевич, д.с.-х.н., Крымская ОСС - филиал ВИР

Захаров Вячеслав Леонидович, д.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО ЕГУ им. И.А. Бунина

Кахраманоглу Ибрагим, PhD, Европейский университет Лефке (Турция)

Красова Нина Глебовна, д.с.-х.н. ФГБНУ ВНИИСПК

Кузин Андрей Иванович, д.с.-х.н., доцент, ФГБНУ ФНЦ им. И.В. Мичурина

Курашев Олег Владимирович, к.с.-х.н., ФГБНУ ВНИИСПК

Левченко Светлана Валентиновна, д.с.-х.н., г.н.с., ФГБУН ВНИИВиВ «Магарах» РАН

Макаренко Сергей Александрович, д.с.-х.н., ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН

Макаркина Маргарита Алексеевна, д.с.-х.н., ФГБНУ ВНИИСПК

Маринеску Марина Федоровна, к.б.н., Институт генетики, физиологии и защиты растений
АН Молдавии

Назирова Хикматулло Нуруллоевич, д.с.-х.н., профессор, Институт садоводства и
овощеводства Таджикской АСХН

Ноздрачева Раиса Григорьевна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

Ожерельева Зоя Евгеньевна, к.с.-х.н., ФГБНУ ВНИИСПК

Осипов Геннадий Емельянович, д.с.-х.н., профессор, ФГБУН ФИЦ КазНЦ РАН

Панфилова Ольга Витальевна, к.с.-х.н., ФГБНУ ВНИИСПК

Прудников Павел Сергеевич, к.б.н., ФГБНУ ВНИИСПК

Раченко Максим Анатольевич, д.с.-х.н., к.б.н., ФГБНУ СИФИБР СО РАН

Резвякова Светлана Викторовна, д.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В.
Парахина

Седов Евгений Николаевич, д.с.-х.н., профессор, академик РАН, ФГБНУ ВНИИСПК

Солонкин Андрей Валерьевич, д.с.-х.н., ФГБНУ ФНЦ агроэкологии РАН

Сотник Александр Иванович, д.с.-х.н., ФГБУН «НБС-ННЦ»

Трунов Юрий Викторович, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

Тургунбаев Кубанычбек Токтоназарович, д.с.-х.н., профессор, Кыргызский
национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина

Тутберидзе Циала Владимировна, к.с.-х.н., доцент, ФГБНУ ФИЦ СНЦ РАН

Урбанович Оксана Юрьевна, д.б.н., доцент, ГНУ Институт цитологии и генетики НАН
Беларуси

Фоменко Тарас Григорьевич, к.с.-х.н., ФГБНУ СКФНЦСВВ

Хоконова Мадина Борисовна, д.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ
им. В.В. Кокова

Чумаков Сергей Семенович, д.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО КубГАУ им. И.Т. Трубилина

Шарье Гийом, PhD, Национальный институт сельскохозяйственных исследований
Франции INRAE

Янчук Татьяна Владимировна, к.с.-х.н., ФГБНУ ВНИИСПК

FOUNDER:

Russian Research Institute of Fruit
Crop Breeding (VNIISPK)

**SOVREMENNOE SADOVODSTVO –
CONTEMPORARY HORTICULTURE**

Theoretical and scientific and
practical online journal

PUBLICATION FREQUENCY

Quarterly a year

AIM AND SCOPE

We accept for publication original
articles reflecting the problems and
results of fundamental and applied
scientific research in the field of
genetics, breeding, variety study,
introduction, biotechnology,
physiology, biochemistry, immunity,
agrochemistry, nursery, storage
technologies, processing and
cultivation of fruit, berry and
ornamental plants.

LICENCE

Creative Commons «Attribution» 4.0
International (CC-BY 4.0 DEED)

INDEXING

Higher Attestation Commission of
Russia's Ministry of Education and
Science (VAK);
eLibrary (Russian Science Citation
Index);
Google Scholar;
CyberLeninka

EDITORIAL OFFICE ADDRESS

VNIISPK, Zhilina, Orel district, Orel
Region, Russia, 302530
email: journal@vniispk.ru
web: www.journal-vniispk.ru
tel.: 8(4862)45-00-71

**FREE OF CHARGE FOR ALL THE
AUTHORS****СОВРЕМЕННОЕ САДОВОДСТВО – CONTEMPORARY HORTICULTURE****2023, Issue 3**

On April 11, 2023, it was included in the list of peer-reviewed scientific publications in which the main
scientific results of dissertations for the scientific degree of Candidate of Sciences and for the scientific
degree of Doctor of Science in the following specialties should be published:

4.1.2 – Breeding, seed production and plant biotechnology (agricultural sciences)

4.1.4 – Horticulture, vegetable growing, viticulture and medicinal crops (agricultural sciences)

CHIEF EDITOR

Sergey Knyazev, Dr. Agr. Sci., Prof., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding
(VNIISPK)

DEPUTY CHIEF EDITOR

Mikhail Tsoy, Cand. Agr. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

EDITORIAL BOARD MEMBERS

Aleksandr Sotnik, Dr. Agr. Sci., Nikita Botanical Gardens - National Scientific Center RAS

Andrei Kuzin, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., I.V. Michurin Federal Scientific Center

Andrey Solonkin, Dr. Agr. Sci., Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration
and Protective Afforestation of the RAS

Anna Galasheva, Cand. Agr. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

Evgeny Sedov, Dr. Agr. Sci., Prof., RAS academician, Russian Research Institute of Fruit Crop
Breeding (VNIISPK)

Gennady Atroshchenko, Dr. Agr. Sc., Assoc. Prof., Saint-Petersburg State Agrarian University

Gennady Osipov, Dr. Agr. Sci., Prof., Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences

Guillaume Charrier, PhD, French National Research Institute for Agriculture, Food &

Environment (INRAE)

Ibrahim Kahramanoglu, PhD, Lecturer, European University of Lefke

Khikmatullo Nazirov, Dr. Agr. Sci., Prof., Institute of Horticulture of Academy of Agricultural
Sciences of the Republic of Tajikistan

Kubanychbek Turgunbaev, Dr. Agr. Sci., Prof. K.I. Skryabin Kyrgyz National Agrarian University

Lidia Gryuner, Cand. Agr. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

Madina Khokonova, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Kabardino-Balkar State Agrarian University

Maksim Rachenko, Dr. Agr. Sci., Siberian Institute of Plants Physiologies and Biochemistry,
Siberian Branch of the RAS

Margarita Makarkina, Dr. Agr. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

Marina Marinesku, Cand. Biol. Sci., Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection

Nina Krasova, Dr. Agr. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

Oksana Urbanovich, Dr. Biol. Sci., Assoc. Prof., Institute of Genetics and Cytology of NAS of
Belarus

Oleg Kurashev, Cand. Agr. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

Olga Emelyanova, Cand. Biol. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding
(VNIISPK)

Olga Golyaeva, Cand. Agr. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

Olga Panfilova, Cand. Agr. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

Pavel Prudnikov, Cand. Biol. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

Rimma Nozdracheva, Dr. Agr. Sci., Prof., Voronezh State Agrarian University named after
Emperor Peter the Great

Sergey Chumakov, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Kuban State Agrarian University

Sergey Evdokimenko, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Federal Horticultural Research Center for
Breeding, Agrotechnology and Nursery

Sergey Makarenko, Dr. Agr. Sci., Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch
of the RAS

Svetlana Levchenko, Dr. Agr. Sci., Senior Scientist, All-Russian National Research Institute of
Viticulture and Winemaking «Magarach»

Svetlana Rezvyakova, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Orel State Agrarian University

Taras Fomenko, Cand. Agr. Sci., North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture
and Viticulture

Tatyana Yanchuk, Cand. Agr. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

Tsiala Tutberidze, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Subtropical Scientific Centre of the RAS

Viktor Eremin, Dr. Agr. Sci., N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)

Vyacheslav Zakharov, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Bunin Yelets State University

Yuriy Trunov, Dr. Agr. Sci., Prof., Michurinsk State Agrarian University

Zoya Ozherelieva, Cand. Agr. Sci., Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦИЯ, СОРТОИЗУЧЕНИЕ

Невострюева Е.Ю., Чеботок Е.М. Результативность селекции основных ягодных культур на Среднем Урале	1
Гасымов Ф.М. Совершенствование сортимента груши на Южном Урале	11
Софронов А.П., Салтыкова Т.И., Вахрушева Н.С. Перспективные сорта смородины чёрной селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока	19
Петруша Е.Н., Русакова Е.А. Генетическое разнообразие жимолости камчатской как источник селекции на продуктивность и качество плодов	27
Евтушенко Н.С., Шмыгов А.В. Изучение продуктивности и крупноплодности жимолости синей (<i>Lonicera caerulea</i> L.) в условиях Среднего Урала	35
Бородкина А.Г., Лаврусевич Н.Г., Зубкова М.А. Цитологический скрининг гибридных сеянцев яблони от разнохромосомных скрещиваний	47
Слепнева Т.Н., Киселева О.А., Шагалов Е.С., Чебыкин Н.С. Особенности пыльцы уральских сортов сливы	53
Должикова М.А., Пикунова А.В., Павленко А.А., Грюнер Л.А., Корнилов Б.Б. Изучение полиморфизма микросателлитных локусов как этап на пути к паспортизации ежевики	65
Кузьмина А.А. Оценка сортов земляники по содержанию растворимых сухих веществ в условиях лесостепи Новосибирского Приобья	74

САДОВОДСТВО И ПИТОМНИКОВОДСТВО

Бабинцева Н.А. Влияние формы кроны на ростовую активность и удельную продуктивность деревьев груши (<i>Pirus communis</i> L.) на подвое айва ВА-29 в условиях предгорного Крыма	87
---	----

CONTENTS

GENETICS, BREEDING, STUDY OF VARIETIES

Nevostrueva E.Yu., Chebotok E.M. Effectiveness of breeding of main berry crops in the Middle Urals	1
Gasymov F.M. Pear assortment improving in the Southern Urals	11
Sofronov A.P., Saltykova T.I., Vahrusheva N.S. The perspective black currant cultivars of FSBSI FARC of North-East	19
Petrusha E.N., Rusakova E.A. Genetic diversity of kamchatka honeysuckle as a source of breeding for productivity and quality of berries	27
Evtushenko N.S., Shmygov A.V. Studying the productivity and large fruit size of blue honeysuckle (<i>Lonicera caerulea</i> L.) in the Middle Urals	35
Borodkina A.G., Lavrusevich N.G., Zubkova M.A. Cytological screening of apple hybrid seedlings from heterochromosomal crosses	47
Slepneva T.N., Kiseleva O.A., Shagalov E.S., Chebykin N.S. Features of pollen from plum cultivars in the Ural	53
Dolzhikova M.A., Pikunova A.V., Pavlenko A.A., Gryuner L.A., Kornilov B.B. Study of microsatellite loci polymorphism as a stage on the way to certification of blackberries	65
Kuzmina A.A. Evaluation of strawberry varieties by the soluble solids content in the forest-steppe of the Novosibirsk Ob Region	74

NURSERY AND HORTICULTURE

Babintseva N.A. Influence of the crown shape on the growth activity and specific productivity of pear trees (<i>Pyrus communis</i> L.) on the rootstock of quince VA-29 under the conditions of the foothill Crimea	87
---	----

РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ СЕЛЕКЦИИ ОСНОВНЫХ ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Е.Ю. Невоструева, Е.М. Чеботок 

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 620142, ул. Белинского, 112а, г. Екатеринбург, Россия, sadovodnauka@mail.ru

Аннотация

Климатические условия Среднего Урала определяют районированный сортимент практически всех садовых культур. Даже смородина черная, отличающаяся своей неприхотливостью и пластичностью к условиям выращивания, подвержена стрессорам внешней среды, определяющим уральский климат. Поэтому создание новых адаптивных сортов основных ягодных культур – одна из приоритетных задач селекционной работы. За последние пять лет на Свердловской селекционной станции садоводства создан фонд источников селекционных признаков по смородине, малине, землянике, использование которого дает возможность получения гибридного потомства на качественно более высоком уровне. В данный фонд входят исходные формы как по комплексу, так и по отдельным хозяйственно-ценным признакам. Комплексом основных признаков обладают 2 формы смородины черной (Добрый Джинн, Краса Львова), 1 сорт малины Антарес и 5 форм земляники (Дует, Гейзер, Соловушка, Форсаж, 3-13-05). За период 2018...2022 гг. проведена гибридизация в объеме 179 комбинаций скрещиваний, получено 3439 семян. Изучено за тот же период 2877 семян от предыдущих гибридизаций. По результатам изучения гибридного потомства на ягодных культурах выделено 115 отборных семян, 15 из них переведены в разряд элитных. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включено по Волго-Вятскому региону 8 новых сортов, в том числе: 4 смородины черной (Вымпел, Удалец, Шаман, Пилот), 2 малины (Алая россыпь, Фрегат), 2 земляники (Акварель, Форсаж).

Ключевые слова: селекция, источники признаков, семена, сорта, смородина, малина, земляника

EFFECTIVENESS OF BREEDING OF MAIN BERRY CROPS IN THE MIDDLE URALS

E.Yu. Nevostrueva, E.M. Chebotok 

Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science, Belinskogo Street, 112a, Ekaterinburg, Russia 620142, sadovodnauka@mail.ru

Abstract

The climatic conditions of the Middle Urals determine the zoned assortment of almost all horticultural crops. Even blackcurrant, which is distinguished by its unpretentiousness and plasticity to growing conditions, is subject to environmental stressors that determine the Ural climate. Therefore, the creation of new adaptive cultivars of the main berry crops is one of the priority tasks of breeding work. Over the past five years, at the Sverdlovsk Horticultural Breeding Station, a fund of sources of breeding traits has been created for currants, raspberries and strawberries, the use of which makes it possible to obtain hybrid offspring at a qualitatively higher level. This fund includes the original forms both for the complex and for individual economically valuable traits. A complex of basic traits is possessed by 2 forms of black currant (Dobryy Dzhinn, Krasa L'vova), 1 raspberry cultivar Antares and 5 forms of strawberries (Duet, Geyser, Solovushka, Forsazh, 3-13-05). For the

period 2018-2022 hybridization was carried out in the amount of 179 combinations of crosses, 3439 seedlings were obtained. 2877 seedlings from previous hybridizations were studied during the same period. According to the results of the study of hybrid offspring, 115 selected seedlings were chosen, 15 of them were transferred to the elite category. 8 new cultivars have been included in the State Register of Breeding Achievements Approved for Use in the Volga-Vyatka region, they are: 4 black currants (Vympel, Udalets, Shaman, Pilot), 2 raspberries (Alaya Rossyp', Fregat) and 2 strawberries (Akvarel', Forsazh).

Key words: breeding, sources of traits, seedlings, cultivars, currants, raspberries, strawberries

Введение

Смородина черная, малина и земляника являются основными мировыми ягодными культурами умеренного климата.

Климатические условия Среднего Урала определяют районированный сортимент всех ягодных культур. Даже смородина черная, отличающаяся своей неприхотливостью и пластичностью к условиям выращивания, подвержена стрессорам внешней среды, определяющим уральский климат. Особенно в последние годы, когда в период созревания урожая наблюдаются экстремально высокие температуры воздуха при дефиците осадков (Чеботок, 2023; Никулина, Чеботок, 2023).

Основа расширения насаждений смородины черной, малины, земляники на Среднем Урале и увеличения производства ценной ягодной продукции — это совершенствование существующего сортимента, путем создания новых адаптивных сортов. На Свердловской селекционной станции садоводства селекционная работа на данных ягодных культурах ведется с 40-х годов XX в. Первым этапом начала селекции был сбор и изучение сортообразцов отечественной, зарубежной, и форм местной селекции, выявленных в результате экспедиционных обследований коллективных садов Свердловской, Пермской областей и Удмуртии. Следующий этап связан с работами Г.А. Захаровым, Т.В. Шагиной и Л.И. Чистяковой, И.И. Богдановой, создавших основу стандартного сортимента ягодных культур для Среднего Урала, выведением сортов смородины черной Глобус, Славянка, Добрый Джинн, Фортуна, малины Высокая, Любительская Свердловска, Бархатная, Лель, земляники Исетская, Свердловская, Орлец, Торпеда. Даренка, Дуэт. За весь период ведения селекционной работы в скрещиваниях в той или иной степени было задействовано около 800 сортообразцов отечественной и зарубежной селекции данных культур, проведено более 1000 комбинаций скрещиваний. На сегодняшний день в Государственном реестре селекционных достижений смородины черной 10 сортов, малины – 10, земляники – 8.

Основными направлениями в селекции ягодных культур в условиях Среднего Урала являются: зимостойкость, продуктивность, высокий уровень товарных и потребительских качеств ягод.

На смородине также к основным направлениям селекции относится устойчивость к почковому клещу (*Cecidophyopsis ribis* Westw.), являющемуся переносчиком опасного заболевания смородины черной – махровости (Blackcurrant reversion associated nepovirus) (Дунин, Помазков, 1964; Шаманская, 2018).

Новое направление в селекции смородины черной на Среднем Урале – создание сортов производственного назначения, пригодных к механизированной уборке урожая. Ведется оценка современных сортов селекции Свердловской ССС на данный признак, начата целенаправленная селекционная работа в этом направлении.

Селекция малины и земляники, в дополнение к основным направлениям, проводится на устойчивость к засушливым условиям периода вегетации (Андреева, 2021).

Для формирования конвейера поступления свежих ягод ведется селекция на создание новых сортов ягодных культур разных сроков цветения и созревания, что актуально для смородины и земляники.

Цель работы – создание новых сортов смородины черной, малины, земляники с высоким уровнем хозяйственно-ценных признаков для условий Среднего Урала.

Задачи:

1. Создать фонд источников селекционно-ценных признаков;
2. Из гибридного потомства данных источников выделить отборные формы с комплексом хозяйственно-ценных признаков;
3. По результатам изучения отборных форм передать лучшие из них в районирование и пополнить фонд исходных форм для селекции.

Материалы и методика исследований

Место проведения исследований – Свердловская селекционная станция садоводства – структурное подразделение ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, на уникальной научной установке коллекции живых растений открытого грунта «Генофонд плодовых, ягодных и декоративных культур на Среднем Урале» (Свердловская ССС ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург) (Слепнева, Чеботок, 2017).

Объектами исследований являлись исходные формы, гибридные сеянцы, отборные и элитные сеянцы, сорта смородины черной, малины, земляники.

Наблюдения и учеты проводили согласно «Программе и методике селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Огольцова, Куминов, 1995; Баянова, Ильин, 1995; Кичина и др., 1995; Зубов, Попова, 1995), «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Князев, Баянова, 1999; Казаков и др., 1999; Шокаева, Зубов, 1999).

Для оценки температурно-влажностного режима вегетационных периодов применялся гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову. Классификация зон увлажнения по значению ГТК: переувлажненная – $> 1,6$; влажная – $1,6...1,3$; слабозасушливая – $1,3...1,0$; засушливая – $1,0...0,7$; очень засушливая – $0,7...0,4$; сухая – $< 0,4$.

Метеоусловия периода исследований

Условия перезимовки 2018/19 и 2021/22 гг. для культур смородины черной и земляники характеризовались как благоприятные – подмерзания сортообразцов не было, на малине наблюдалось слабое подмерзание до 2,0 балла. Но условия вегетационных периодов за этот же период отличались контрастностью (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели гидротермического коэффициента (ГТК) вегетационных периодов, 2018...2022 гг.

Год	Гидротермический коэффициент				
	Май	Июнь	Июль	Август	Среднее
2018	1,3	1,3	1,7	1,0	1,3
2019	0,8	0,9	1,8	1,6	1,3
2020	0,6	0,9	0,3	2,6	1,1
2021	0,2	0,8	1,5	0,8	0,8
2022	2,8	1,8	0,2	0,4	1,3

Засуха с повышенными температурами воздуха отмечена: в период цветения и формирования урожая смородины, малины, земляники (в мае и июне) – 2019...2021 гг. (ГТК $0,2...0,9$), в период созревания урожая этих культур (в июле) – 2020, 2022 гг. (ГТК $0,2...0,3$), в период закладки цветковых почек земляники (в августе) – 2018, 2021, 2022 гг.

(ГТК 0,4...1,0). Переизбыток увлажнения при пониженных температурах воздуха наблюдался: в мае и июне – 2022 г. (ГТК 1,8...2,8), в июле – 2018, 2019 гг. (ГТК 1,7...1,8), в августе 2020 г. (ГТК 2,6).

Результаты и их обсуждение

Коллекционный фонд основных ягодных культур, ежегодно пополняющийся и сохраняющийся на Свердловской ССС, насчитывает:

- смородины черной – 131 сортотип, в том числе: 48 – селекции Свердловской ССС, 83 – других научно-исследовательских учреждений (НИУ);
- малины – 51 сортотип, в том числе: 23 – селекции Свердловской ССС, 28 – других НИУ;
- земляники садовой – 73 сортотипа, в том числе: 22 – селекции Свердловской ССС, 51 – других НИУ.

Селекции других НИУ включают: НИУ Российской Федерации – ФГБНУ ФАНЦА, г. Барнаул; ФГБНУ ВНИИСПК, г. Орел; ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», г. Брянск; ФГБНУ ФИЦ ВИР, г. Санкт-Петербург; ФГБНУ ФНЦ им. И.В. Мичурина (Жидехина, 2016), ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск; ФГБНУ ФНЦ Садоводства, г. Москва (Казаков и др., 2009; Евдокименко и др., 2022); ЮНИИСК ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Челябинск (Ильин, 2007); Дальневосточный НИИСХ ДВО РАН, г. Хабаровск; ФГБУН «НБС-ННЦ», г. Ялта, Республика Крым; Крымская ОСС ВИР, Краснодарский край; ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Москва; ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады», г. Самара; АО Новосибирская ЗСС, Новосибирская область (Госреестр..., 2022); ближнего зарубежья: РУП «Институт плодоводства», Республика Беларусь; Институт садоводства УААН, Украина; а также стран дальнего зарубежья: Великобритания, Швеция, Литва, Эстония, Китай, Германия, Франция, Италия, Польша, Чехия, Дания, Бельгия, Нидерланды, Норвегия, Финляндия, Новая Зеландия, США, Канада.

Селекционная работа на ягодных культурах ведется на основе внутривидовой гибридизации. Для получения гибридного фонда для отборов в скрещивания привлекаются формы, с лучшим сочетанием хозяйственных признаков, и наиболее полно отвечающие направлениям селекции (таблица 2). Пары для каждой комбинации скрещивания подбираются с учетом выраженности, как отдельных признаков, так и их сочетания в одном генотипе, с целью их закрепления в гибридном потомстве.

Таблица 2 – Источники селекционных признаков ягодных культур

Признак	Сортотип
1	2
Смородина черная	
Комплекс основных признаков (продуктивность, крупноплодность, устойчивость к почковому клещу)	Добрый Джинн, Краса Львова
Продуктивность	169-1, 6-37-00-03 (Валовая × 147-1/182), 147-1/182, Воевода, Напев уральский, Памяти Калининой, Пилот, Подарок Ильиной, Рада, Удалец, Фортуна, Шаман
Крупноплодность	6-37-00-03 (Валовая × 147-1/182), Воевода, Вымпел, Глобус, Рада, Пилот, Подарок Ильиной, Селеченская, Удалец, Фортуна, Шаман
Устойчивость к почковому клещу	Вымпел, Славянка, 147-1/182
Десертный вкус	Вымпел, Глобус, Дар Смольяниновой, Добрый Джинн, Литвиновская, Памяти Калининой, Подарок Ильиной, Селеченская, Славянка, Шаман
Компактность куста	Вымпел, Глобус, Славянка
Поздний срок созревания	Алтайская поздняя, Капель, Краса Львова, Славянка, Спас
Ранний срок созревания	Добрый Джинн

продолжение таблицы 2

1	2
Малина	
Комплекс основных признаков (зимостойкость, продуктивность, крупноплодность)	Антарес
Зимостойкость	Амурская, Алая россыпь, Любительская Свердловска, Высокая, Heisa, 6-40-03 (Schönemann × Амурская)
Продуктивность	Алая россыпь, Гусар, Ровница, 57-11 (Ванда × Фрегат) 2-59-11 (Антарес × Ванда), 3-61-15 (5-45-07 × Антарес), 3-42-03 (свободное опыление сорта Лель), 4-43-03 (свободное опыление сорта Бархатная), Столичная, 5-39-03 (1-13-93 × Столичная), 56-11 (6-40-03 × Антарес), Изобильная, Cascade Delight, Titan, Фрегат, Лель, Турмалин, Пересвет
Крупноплодность	Glen Lyon, Glen Fyne, Tadmor, Tulameen, Муза, Лель, Malling Minerva, Турмалин
Товарное качество ягод	56-11 (6-40-03 × Антарес), 2-59-11 (Антарес × Ванда), Ванда, Муза, Любительская Свердловска, Новость Кузьмина, Heisa
Десертный вкус	6-69 (Новость Кузьмина × Высокая), 5-39-03 (1-13-93 × Столичная), Chief, Гусар
Устойчивость к малинному клещу	Carnival, Гусар, Canby, Муза, Tadmor
Устойчивость к вирусам	1-46-07 (самоопыление сорта Ванда), , 5-45-07 (свободное опыление сорта Ванда), 3-61-15, 4-61-15 (5-45-07 × Антарес)
Компактный куст	8-79 (свободное опыление гибрида от свободного опыления сорта Glen Esk)
Ранний срок созревания	Алая россыпь, Любительская Свердловска, Лель, Новость Кузьмина, 6-69 (Новость Кузьмина × Высокая)
Поздний срок созревания	5-39-03 (1-13-93 × Столичная), 4-61-15 (5-45-07 × Антарес), Пересвет
Высокое содержание антоцианов в ягодах	56-11 (6-40-03 × Антарес)
Засухоустойчивость	4-61-15 (5-45-07 × Антарес), Антарес, Фрегат, Лель, 1-61-15, 3-61-15
Земляника	
Комплекс основных признаков (зимостойкость, продуктивность, крупноплодность)	3-13-05 (Фестивальная × Stoplight), Дуэт, Гейзер, Соловушка, Форсаж
Зимостойкость	Ольвия, Торпеда, Первоклассница, Солнечная полянка, Даренка
Продуктивность	3-45-10 (Соловушка × Dukat), 3-44-10 (Соловушка × Totem), Берегиня, Elsanta, Salsa
Крупноплодность	1-43-10, 2-67-15 (Соловушка × Stoplight), 41-88 (Арника × Торпеда), 2-43-10 (Соловушка × Marmolada), Belrubi, Ольвия, Берегиня, Виола, Cardinal, Презент,
Товарное качество ягод	Marmolada, Cardinal, Геп, Elsanta, Salsa, Kimberly, Stoplight, Karmen, Dukat
Десертный вкус	2-54-11 (Амулет × Marmolada), Торпеда, Форсаж, Амулет, Виола, Totem, 2-31-94 (Totem × Фестивальная)
Устойчивость к гнилям ягод	2-45-10 (Соловушка × Dukat), 2-54-11 (Амулет × Marmolada)
Ранний срок созревания	Десна, Дарунок вчителю, Русановка, 1-29-08 (Дуэт × Десна)
Поздний срок созревания	2-43-10 (Соловушка × Marmolada), Malling Pandora, Malwina, Isaura, Salsa, 1-43-10
Высокое содержание антоцианов в ягодах	41-88 (Арника × Торпеда), 2-54-11 (Амулет × Marmolada), Розана киевская, Фейерверк, Амулет, Торпеда, Karmen
Засухоустойчивость	3-45-10 (Соловушка × Dukat), 3-44-10 (Соловушка × Totem), Дуэт, Форсаж, 1-43-10, 2-43-10 (Соловушка × Marmolada)

За период 2018...2022 гг. проведена гибридизация в объеме: смородина черная – 52, малина – 50, земляника – 77 комбинаций скрещиваний (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты селекционной работы на ягодных культурах, 2018...2022 гг.

Культура	Количество комбинаций скрещиваний, шт.	Сеянцев, шт.				Включено сортов в Госреестр
		Получено	Изучено	Выделено		
				Отборных	Элитных	
Смородина черная	52	547	1160	59	9	4
Малина	50	461 (164)	132	15	2	2
Земляника	77	2431	1585	41	4	2
Итого	179	3439	2877	115	15	8

Получено гибридных сеянцев: смородины черной – 547, малины – 461 (высажено 164), земляники – 2431. Сеянцы малины высаживаются на изучение после первичной браковки на ранних стадиях их развития на признаки: зимостойкость, устойчивость к малинному клещу и мозаике листьев.

За период 2018...2022 гг. было изучено гибридное потомство от гибридизаций, проведенных в предыдущие годы, в количестве: смородины черной – 1160, малины – 132, земляники – 1585 шт. Выделено отборных сеянцев – 59 смородины черной, 15 малины, 41 земляники. Отборы проводятся по основным хозяйственно-ценным признакам: зимостойкость, продуктивность, крупноплодность, устойчивость к основным вредителям и болезням.

По результатам изучения переведены из разряда отборных сеянцев в элитные: смородины черной – 9, малины – 2, земляники – 4.

За пятилетний период включено в Государственный реестр селекционных достижений сортов, допущенных к использованию по Волго-Вятскому региону РФ: смородины черной – 4 (Вымпел, Пилот, Шаман, Удалец), малины – 2 (Алая россыпь, Фрегат), земляники – 2 (Акварель, Форсаж) (Макаренко, 2022; Слепнева и др., 2022). Новые сорта адаптивны к условиям Среднего Урала, высокопродуктивны, с улучшенными товарными и потребительскими качествами ягод.

Вымпел. Сорт высокозимостойкий, урожайность до 180 ц/га. Куст в молодом возрасте компактный, во взрослом слабораскидистый. Ягоды десертного вкуса, чёрные, округлой формы, сравнительно одномерные, кожица и мякоть очень нежной консистенции. Средняя масса ягоды 1,3 г, максимальная – 4 г.

Пилот. Сорт зимостойкий, урожайность высокая до 240 ц/га. Куст средне- или сильнорослый, полураскидистый. Ягоды кисло-сладкого вкуса, чёрные, округлой формы, сравнительно одномерные, кожица плотная, но не грубая, отрыв сухой. Средняя масса ягоды 1,5 г, максимальная – 5 г.

Удалец. Сорт высокозимостойкий, урожайность до 140 ц/га. Куст среднерослый, полураскидистый. Ягоды приятного кисло-сладкого вкуса с нежной консистенцией, средние и крупные. Средняя масса ягоды 1,4 г, максимальная – 4 г.

Шаман. Сорт высокозимостойкий, урожайность до 160 ц/га. Куст среднерослый, слабораскидистый. Ягоды нежной консистенции с приятным кисло-сладким десертным вкусом, крупные, средней массой 1,5 и максимальной – 4 г, матовые, и.

Алая россыпь. Сорт высокозимостойкий, урожайность 40...60 ц/га. Созревание дружное. Куст среднерослый, полураскидистый, шипы средние, расположены по всему побегу. Ягоды массой 2,6 г, удлинённо-тупоконической формы, красные, мякоть нежная, кисло-сладкая. Ягоды хорошо отделяются от плодоложа.

Фрегат. Сорт зимостойкий, урожайность 40...55 ц/га. Созревание дружное. Куст среднерослый, раскидистый, шипы средние, расположены по всему побегу. Ягоды массой 4,5 г, конической формы, красные. Мякоть среднеплотная, кисло-сладкая. Ягоды хорошо

отделяются от плодоложа.

Акварель. Сорт зимостойкий, урожайность 70...90 ц/га. Куст среднерослый, полураскидистый, облиственность хорошая. Ягоды красные, средней массой 10,0 г, правильной тупоконической формы, без шейки. Мякоть светло-красная, сочная, среднеплотная. Вкус кисло-сладкий.

Форсаж. Сорт зимостойкий, урожайность 80...120 ц/га. Куст сильнорослый, полураскидистый, облиственность хорошая. Ягоды красные, средней массой 13,3 г, правильной тупоконической формы, без шейки. Мякоть светло-красная, сочная, среднеплотная. Вкус кисло-сладкий.

Заключение

Одним из важнейших этапов селекционной работы на ягодных культурах является создание фонда источников селекционных признаков. Использование данных источников в гибридизации дает возможность получить качественные сеянцы, сочетающие в своем генотипе комплекс или определенные признаки на уровне родительских форм или выше. Выделенные отборные сеянцы по результатам изучения переводятся в элитные и далее – передаются на Государственное испытание. Новые сорта, включенные в Государственный реестр, расширят и разнообразят районированный сортимент для условий Среднего Урала.

Благодарности

Исследования выполнены по государственному заданию НИОКР по направлению 4.1.2. Растениеводство, защита и биотехнология растений. Раздел 4.1.2.1 Поиск, сохранение, изучение генетических ресурсов растений и использование их в селекционном процессе при создании новых форм, сортов и гибридов сельскохозяйственных, лекарственных и ароматических культур. По теме «Адаптивная селекция ягодных культур пригодных для интенсивных технологий возделывания» (FNUW-2023-0003).

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Андреева Г.В. Современный сортимент земляники и малины для Урала // 90 лет на службе агропромышленного комплекса Урала: сборник трудов конференции. Челябинск: ЧелГУ. 2021. С. 230-235. EDN: [GQNDSP](#)
2. Баянова Л.В., Ильин В.С. Селекция красной смородины // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1995. С. 341-350. EDN: [SOCFUE](#)
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений (Официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. С. 412-425.
4. Дунин М.С., Помазков Ю.И. О вирусной природе реверсии на плантациях черной смородины // Известия ТСХА. 1964. Вып. 4. С.138-152.
5. Евдокименко С.Н., Сазонов Ф.Ф., Андропова Н.В., Козак Н.В., Имамкулова З.А., Подгаецкий М.А. Ягодные культуры: биологические особенности, сортимент и технология возделывания. М.: ФНЦ садоводства, 2022. С. 93-257.

6. Жидехина Т.В. и др. Сортимент ягодных и нетрадиционных садовых культур для приусадебного возделывания (рекомендации). Мичуринск, Воронеж: Кварта, 2016. С.124-131.
7. Зубов А.А., Попова И.В. Селекция земляники // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1995. С. 387-416. EDN: [HFAUWB](#)
8. Ильин В.С. Смородина. Челябинск, 2007. С.110-178.
9. Казаков И.В., Айтжанова С.Д., Евдокименко С.Н., Кулагина В.Л., Сазонов Ф.Ф. Ягодные культуры в Центральном регионе России. Брянск, 2009. С. 61-103. EDN: [XSXUGT](#)
10. Казаков И.В., Грюнер Л.А., Кичина В.В. Малина, ежевика и их гибриды // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 374-395. EDN: [YHAPQH](#)
11. Кичина В.В., Казаков В.В., Грюнер Л.А. Селекция малины и ежевики // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1995. С. 368-386. EDN: [EFSXZI](#)
12. Князев С.Д., Баянова Л.В. Смородина, крыжовник и их гибриды // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 351-373. EDN: [YHAPPX](#)
13. Никулина Т.В., Чеботок Е.М. Коллекционное изучение сортов черной смородины алтайской селекции в условиях засухи 2020-2022 гг. на Среднем Урале // Актуальные вопросы садоводства и картофелеводства: сборник трудов конференции. Челябинск, 2023. С. 176-181. EDN: [KNNOOQ](#)
14. Огольцова Т.П., Куминов Е.П. Селекция черной смородины // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1995. С. 314-340. EDN: [RCFLZD](#)
15. Помология Урала: сорта плодовых, ягодных культур и винограда / под ред. Макаренко С.А. М.: Наука, 2022. С. 268-381.
16. Слепнева Т.Н., Котов Л.А., Тарасова Г.Н., Тележинский Д.Д., Исакова М.Г., Чеботок Е.М., Евтушенко Н.С., Шмыгов А.В., Невоструева Е.Ю., Андреева Г.В. Районированные и перспективные сорта для садоводства Урала. Екатеринбург, 2022. 122 с. EDN: [HLJJOS](#)
17. Слепнева Т.Н., Чеботок Е.М. Сохранение и пополнение генетических ресурсов плодовых, ягодных и декоративных культур путем создания Уникальной научной установки коллекции живых растений открытого грунта // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017. Т. 144-1. С. 54-58. EDN: [ZEKQNB](#)
18. Чеботок Е.М. Сорта смородины красной челябинской селекции в условиях Среднего Урала и их антиоксидантные показатели // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. №1. С. 86-94. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.1.86-94>. EDN: [YIKECR](#)
19. Шаманская Л.Д. Вредители и болезни садов Сибири. Барнаул: Новый формат, 2018. 284 с.
20. Шокаева Д.Б., Зубов А.А. Земляника, клубника, земклуника // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 417-443. EDN: [YHAPRB](#)

References

1. Andreeva, G.V. (2021). Modern assortment of strawberries and raspberries for the Urals. In *90 years in the service of the agro-industrial complex of the Urals: proc. sci. conf.* (pp. 230-235). Chelyabinsk: ChelGU. EDN: [GQNDSP](#) (In Russian).

2. Bayanova, L.V., & Ilin, V.S. (1995). Red currants breeding. In E.N. Sedov (Ed.), *Program and methods of fruit, berry and nut crop breeding* (pp. 341-350). Orel: VNIISPK. EDN: [SOCFUE](#) (In Russian).
3. Ministry of Agriculture of the Russian Federation (2022). *State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Plant varieties (official publication)* (Vol. 1. pp 412-425). Moscow: Rosinformagrotekh. (In Russian).
4. Dunin, M.S., & Pomazkov, Yu.I. (1964). About the viral nature of reversion on blackcurrant plantations. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*, 4, 138-152. (In Russian).
5. Evdokimenko, S.N., Sazonov, F.F., Andronova, N.V., Kozak, N.V., Imamkulova, Z.A., & Podgaetsky, M.A. (2022). *Berry crops: biological features, variety and cultivation technology*. Moscow: FNTS sadovodstva. (In Russian).
6. Zhidekhina, T.V. (Ed.). (2016). *Sorting of berry and non-traditional garden crops for household cultivation (recommendations)*. Voronezh: Kvarta, (pp.124-131). (In Russian).
7. Zubov, A.A., & Popova, I.V. (1995). Strawberry breeding. In E.N. Sedov (Ed.), *Program and methods of fruit, berry and nut crop breeding* (pp. 387-416). Orel: VNIISPK. EDN: [HFAUWB](#) (In Russian).
8. Ilyin, V.S. (2007). *Currant*. Chelyabinsk. (In Russian).
9. Kazakov, I.V., Aitzhanova, S.D., Evdokimenko, S.N., Kulagina, V.L., & Sazonov, F.F. (2009). *Berry crops in the Central region of Russia*. Bryansk. EDN: [XSXUGT](#) (In Russian).
10. Kazakov, I.V., Gruner, L.A., & Kichina, V.V. (1999). Raspberries, blackberries and their hybrids. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 374–395). Orel: VNIISPK. EDN: [YHAPQH](#) (In Russian).
11. Kichina, V.V., Kazakov, V.V., & Gruner, L.A. (1995). Raspberries and blackberries breeding. In E.N. Sedov (Ed.), *Program and methods of fruit, berry and nut crop breeding* (pp. 368-386). Orel: VNIISPK. EDN: [EFSXZI](#) (In Russian).
12. Knyazev, S.D. & Bayanova, L.V. (1999). Currants, gooseberries and their hybrids. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 351-373). Orel: VNIISPK. EDN: [YHAPPX](#) (In Russian).
13. Nikulina, T.V., & Chebotok, E.M. (2023). Collectible study of black currant varieties of Altai breeding in conditions of drought 2020-2022 in the Middle Urals. In *Topical issues of horticulture and potato growing: proc. sci. conf.* (pp. 176-181). Chelyabinsk: ChelGU. EDN: [KNNOOQ](#) (In Russian).
14. Ogoltsova, T.P., & Kuminov, E.P. (1995). Black currants breeding. In E.N. Sedov (Ed.), *Program and methods of fruit, berry and nut crop breeding* (pp. 314-340). Orel: VNIISPK. EDN: [RCFLZD](#) (In Russian).
15. Makarenko, A.S. (Ed.). (2022). *Pomology of the Urals*. Moscow: Nauka. (In Russian).
16. Slepneva, T.N., Kotov, L.A., Tarasova, G.N., Telezhinskii, D.D., Isakova, M.G., Chebotok, E.M., Evtushenko, N.S., Shmygov, A.V., Nevostrueva, E.Yu., & Andreeva, G.V. (2022). *Zoned and promising varieties for horticulture in the Urals* (2022). Ekaterinburg. EDN: [HLJJOS](#) (In Russian).
17. Slepneva, T.N., & Chebotok, E.M. (2017). Maintenance and replenishment of genetic resources of fruit, berry and ornamental crops through the establishment of unique scientific installations of the collection of living plants of open ground. *Works of the State Nikita Botanical Gardens*, 144-1, 54-58. EDN: [ZEKQNB](#) (In Russian).
18. Chebotok, E.M. (2023). Varieties and antioxidant indices of red currant of Chelyabinsk breeding in the conditions of the Middle Urals. *Agricultural Science Euro-North-East*. 1, 86-94. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.1.86-94>. EDN: [YIKECR](#) (In Russian, English abstract).

19. Shamanskaya, L.D. (2018). *Pests and diseases of Siberian gardens*. Barnaul: New format. (In Russian).
20. Shokaeva, D.B. & Zubov, A.A. (1999). Strawberry, wild strawberry and their hybrids. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 417-443). Orel: VNIISPK. EDN: [YHAPRB](#) (In Russian).

Авторы:

Елена Юрьевна Невоструева, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»

Елена Михайловна Чеботок, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», sadovodnauka@mail.ru

Authors details:

Elena Nevostrueva, PhD in Agriculture, senior researcher in Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science

Elena Chebotok, PhD in Agriculture, senior researcher in Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science, sadovodnauka@mail.ru.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОРТИМЕНТА ГРУШИ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Ф.М. Гасымов 

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 620142, ул. Белинского, 112а, г. Екатеринбург, Россия, lstpk@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются результаты селекции и сортоизучения по культуре груши в условиях Южного Урала. В Южно-Уральском НИИ садоводства и картофелеводства – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН проводилась селекционная работа с целью совершенствование сортимента груши для Уральского региона. В процессе селекционной работы изучена зимостойкость сортов груши в суровых климатических условиях Челябинской области, в результате отмечено, что в полевых условиях при снижении температуры до -40 градусов, подмерзание деревьев местных сортов не превышало 1 балла. Проведена оценка по урожайности местных сортов, среди которых выделяется такие сорта как Вековая, Миф, Фаворитка, Золотой шар, со средней урожайностью 24....28 кг/дер. Представлены pomологическое описание и оценка на хозяйственную полезность нового сорта груши Фаворитка. Новый сорт груши Фаворитка сочетает крупноплодность (масса плодов может достигать 340 грамм), высокую зимостойкость, урожайность, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам (не поражается паршой, устойчив к грушевому галловому клещу), имеет плоды отличного вкуса, пригодные для употребления в свежем виде, а также для переработки (приготовления джемов, варенья, компотов и т.д.). Сорт пользуется спросом среди населения и представляет интерес в качестве источника крупноплодности в дальнейшей селекционной работе.

Ключевые слова: груша, сортоизучение, сорт, подмерзание, устойчивость, урожайность, вкусовые качества плодов

PEAR ASSORTMENT IMPROVING IN THE SOUTHERN URALS

F.M. Gasymov 

Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science, Belinskogo Street, 112a, Ekaterinburg, Russia 620142, lstpk@mail.ru

Abstract

The article discusses the results of pear breeding and variety studies in the conditions of the Southern Urals. The breeding work was carried out in the South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Growing, a branch of the URFANITS of the Russian Academy of Sciences, in order to improve the pear assortment for the Ural region. In the process of breeding work, the winter hardiness of pear cultivars was studied in the harsh climatic conditions of the Chelyabinsk region. As a result, it was noted that in the field, with a decrease in temperature to -40 degrees, the freezing of trees of local pear cultivars did not exceed 1 point. The local cultivars were assessed for the yield. Such cultivars as Vekovaya, Myf, Favoritka and Zolotoy Shar with an average yield of 24....28 kg/tree were distinguished. A pomological description and an assessment of the economic usefulness of a new pear cultivar Favoritka are presented. Favoritka combines large size of fruits (fruit weight can reach up to 340 grams), high winter hardiness, high yield, resistance to abiotic and biotic stressors (not affected by scab, resistant to pear gall mite), its fruits are of excellent taste,

suitable for fresh consumption, as well as for processing (making jams, compotes, etc.). The cultivar is in demand among the population and is of interest for further breeding as a source of large size of fruits.

Key words: pear, variety study, cultivar, freezing, stability, yield, taste qualities of fruits

Введение

Груша (*Pyrus L.*) отличается высокой популярностью и востребованностью среди населения. Плоды груши на вкус, как правило, более сладкие, чем яблоки, так как содержат меньше кислот. Лучшие сорта груши обладают превосходным вкусом и обычно идут на десерт. Из груши получают прекрасные компоты, варенья, соки, вино и сухофрукты. Груша богата сахарами, кислотами, ароматическими веществами, витаминами, а также содержит важные для здоровья человека биологически активные вещества: арбутин и хлорогеновую кислоту (Фалкенберг, 2006).

Селекцией груши в России занимается около 30 научных учреждений. До недавнего времени её сортовые ресурсы были весьма ограничены. В 2000 году на территории Российской Федерации было районировано всего 40 сортов этой ценной культуры, из которых 15 народной селекции (Тонковетка, Бессемянка, Бергамот осенний и др.). Однако период 2001...2022 гг. характеризовался заметным увеличением эффективности селекционных учреждений, в результате государственный реестр по груше пополнился целым рядом новых сортов. Так, в «Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию» на территории РФ на 2022 год насчитывается уже 168 сортов груши или в четыре раза больше, чем в 2000 году (Долматов и др., 2002).

Основные селекционные центры груши находятся в Москве, Орле, Мичуринске, Барнауле, Воронеже, Екатеринбурге и Челябинске. Селекцию груши на Южном Урале начал в 1937 году Павел Александрович Жаворонков. Он завез из Благовещенска отборные образцы уссурийской груши (№ 78, № 66 и Благовещенская), наладил снабжение пыльцой западноевропейских сортов, как донора хорошего вкуса и размера плода. И хотя П.А. Жаворонкову, как и другим селекционерам, начавшим работу с уссурийской грушей, в первом поколении не удалось преодолеть в потомстве ряд недостатков свойственных уссурийской груше (плоды получались мелкими и терпкими), тем не менее, ему удалось выделить из семьи Уссурийской груши №78 × Оливье де Серр гибрид, который был включен в Госреестр 1965 г. под названием Повислая, до сих пор выращиваемый на Урале. В результате скрещивания Лимоновки Исыккульской с отборной уссурийской грушей Благовещенская ученый получил несколько интересных гибридных сеянцев, которые в дальнейшем использовались в гибридизации с западноевропейскими сортами. Эти гибриды дали основную массу элитных сеянцев. На наш взгляд, это была главная находка ученого-селекционера, стоявшего у истоков селекции груши на Урале (Фалкенберг, 2000). Этот генетический материал стал основой для совершенствования уральского сортимента груши.

Решение проблемы импортозамещения в садоводстве возможно благодаря использованию в производстве высокопродуктивных и высокозимостойких сортов местной селекции (Слепнева, 2018). В суровых климатических условиях Урала главное требование к инновационным сортам груши – высокая зимостойкость, повышенная устойчивость к болезням и вредителям, высокие вкусовые и товарные качества плодов, а для сортов зимнего потребления – продолжительный период хранения (Макаренко, 2019).

ЮУНИИСК создан в 1931 году, как первое на Урале селекционное учреждение по

садоводству. Используя в качестве исходных растений дикие морозостойкие виды с малосъедобными плодами (например, такие как сибирская ягодная яблоня, уссурийская груша и степная вишня), наши селекционеры-первопроходцы П.А. Жаворонков, Д.Л. Головачев, А.И. Губенко, М.Н. Саламатов и их последователи в очень короткие по историческим меркам сроки не только создали ряд сортов плодовых и ягодных культур, но и сделали возможным, казалось бы, невозможное – развитие садоводства в обширной зоне Южного Урала, где ранее оно не существовало (Фалкенберг, Кожемякин, 2000).

В последние годы за счет создания новых сортов груши значительно увеличилась её доля в садоводстве. Лимитирующими факторами остаются зимостойкость и качество плодов. При улучшении качества плодов зимостойких сортов, созданных на основе уссурийской груши, снижается их зимостойкость. В этой связи остается задача улучшения качества плодов и повышения зимостойкости.

Генетическая коллекция груши, сохраняемая в институте для целей селекции, включает 34 сорта (в том числе 2 донора хозяйственно-ценных признаков), 1 элитную и 13 отборных форм этой культуры.

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, по Уральскому региону в настоящее время включает 18 сортов груши, из них 12 (более 65 %) – сорта селекции ЮУНИИСК: Повислая (районирован в 1965 г.), Передовая (1967), Яркая (1967), Маленькая радость (1967), Долгожданная (1996), Уралочка (2001), Декабринка (2002), Краснобокая (2002), Красуля (2002), Ларинская (2002), Сказочная (2002), Фаворитка (2022) (Макаренко и др., 2022).

Сорта груши местной селекции выгодно отличаются исключительной зимостойкостью, высокой продуктивностью и вкусовыми качествами плодов, возможно, именно поэтому они получили распространение не только на Урале, но и в 25 других субъектах Российской Федерации (Гасымов, 2013).

Селекционная работа по груше направлена на создание сортов как для промышленного (здесь на первый план выходит зимостойкость, урожайность, устойчивость к болезням, товарные качества плодов), так и для любительского садоводства (привлекательный внешний вид, высокая вкусовая оценка плодов, скороплодность и др.) (Раевский, Васильев, 2022; Фалкенберг, 2000; Тарасова и др., 2018).

В любительском садоводстве рекомендуются те сорта, которые начинают плодоносить на 3 – 4-й год после посадки и дают большие урожаи. В предлагаемом для любительского садоводства Уральского региона сорimente достаточно большой выбор сортов для закладки садов в различных природно-климатических зонах. Для садов на равнинах необходимо подбирать зимостойкие сорта, а на возвышениях и склонах можно менее зимостойкие, но более урожайные с высоким качеством плодов.

Плодовые культуры в любительском садоводстве выращиваются в основном для потребления в свежем виде, что определяет повышенные требования к вкусу, размеру и внешнему виду плодов. Некоторая часть урожая перерабатывается на соки, варенье, джемы, компоты, поэтому в ассортименте должны присутствовать сорта, пригодные для технологической переработки.

Цель исследований – совершенствование соримента груши для Уральского региона.

Новизна исследований заключается в том, что в результате селекционной работы происходило улучшение потребительских качеств и хозяйственно-полезных признаков плодов груши, создан новый сорт, превосходящий по важнейшим хозяйственно-ценным признакам лучшие стандартные сорта Южного Урала.

Условия, материалы и методы. Селекционная работа выполнена на базе Южно-Уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства –

филиала ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (г. Челябинск) с использованием общепринятых методик (Яковлев, 1995; Седов и др., 1999). В качестве объекта исследований выступали сорта груши местной селекции.

Для выделения генотипов обладающих комплексом ценных признаков, входе селекционного процесса проводили сопутствующие фенологические наблюдения, учитывали зимостойкость, скороплодность, устойчивость к фитопатогенам и продуктивность плодовых деревьев, проводили оценку биохимического состава (титруемая кислотность, содержание сухих веществ, сахара, витамина С) и вкусовых качеств плодов.

Математическая обработка выполнена методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

Результаты исследований.

В результате плодотворной селекционной работы в 2022 году в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию» включен новый крупноплодный сорт груши Фаворитка (рисунок 1), обладающий прекрасным вкусом плодов.



Рисунок 1 – Сорт груши Фаворитка

Основные хозяйственно-биологические показатели нового сорта груши Фаворитка. Сорт позднелетнего срока созревания, получен в Южно-Уральском НИИ садоводства и картофелеводства в результате скрещивания сортов Декабринка и Лесная красавица (селекционный номер 5-47-24). Авторами сорта являются Э.А. Фалкенберг и Ф.М. Гасымов.

Деревья среднерослые, имеют округлую, компактную, средней густоты крону. Ветви отходят от ствола под углом, близким к 90°, прямые, концы направлены вверх. Штамб и скелетные ветви имеют шелушащуюся кору серого цвета. Побеги коричневые, средней толщины, дугообразные по форму имеют крупные почки. Листья эллиптической формы, средние, с коротко-заостренной верхушкой и мелкопильчатой зазубренностью края.

Плоды по форме короткогрушевидные (рисунок 1), с косопоставленной плодоножкой, с нежной, тусклой, сухой кожицей.

Основная окраска плодов в момент съема зеленая, при созревании зеленовато-желтая,

покровная обычно бывает на южной стороне дерева по меньшей части плода, пурпуровая в виде легкого загара.

Хотя в суровых условиях Урала размер плодов не имеет приоритетного значения для оценки значимости сорта, тем не менее, предпочтительны сорта с массой плодов более 100 грамм. У нового сорта груши Фаворитка плоды крупные, в среднем за период исследований их масса составляет 140...160 г, а максимальный вес достигает 340 г. Мякоть плодов нежная, сочная, средней плотности, мелкозернистая, белой окраски. Плоды сладкого вкуса, имеют приятный аромат, характеризуются следующим биохимическим составом: содержание сухих веществ – 13,3%, сахаров – 11,7%, кислот – 0,48%, витамина С – 4,0 мг/100 г.

Климат Челябинской области резко континентальный. Суровая и продолжительная зима сменяется коротким и жарким летом. Основные факторы климата, которые наносят вред садам, – это сильные зимние морозы, достигающие в отдельные годы -40°C и более, и частые весенние похолодания с воздушными заморозками в период цветения плодовых и ягодных культур.

За период исследований (2006...2023 гг.) неблагоприятные условия для перезимовки груши наблюдались в зиму 2005/06 и 2009/10 гг. В эти зимы наблюдались длительные и сильные, до минус 40°C , морозы. Несмотря на суровые условия зимы, степень подмерзания однолетних приростов местных сортов груши была небольшая (таблица 1).

Таблица 1 – Степень подмерзания сортов груши в 2010 г. Подвой – уссурийская груша

Сорт	Год посадки	Степень подмерзания, балл				
		Кора	Древесина	Сердцевина	Почки	
					вегетативные	генеративные
Уралочка	1992	0	0	0,5	0	0,5
Краснобокая	1992	0	0,5	0,5	0	0,5
Таежная	1992	0	0,5	0,5	0	0,5
Золотой шар	1992	0	0,5	0,5	0	0,5
Северянка	1992	0	1,0	0,5	0	0,5
Фаворитка	1992	0	1,0	0,5	0	0,5
Вековая	1992	0	1,0	0,5	0	0,5
Сказочная	1992	0	1,0	1,0	0	0,5
Красуля	1992	0	1,0	1,0	0	0,5
Ларинская	1995	0	1,0	1,0	0	1,0
Новогодняя	1995	0	1,0	1,0	0	1,0
Озерская	1995	0	1,0	1,0	0	1,0
Удачная Фалкенберга	1995	0	1,5	1,0	0	1,0
Декабринка	1992	0	1,5	1,0	0	1,5

Новый сорт груши Фаворитка обладает достаточно высокой зимостойкостью в условиях Южного Урала. В зиму 2010 г. при снижении температуры до минус 40 градусов отмечено подмерзание не более 1 балла. Сорт обладает выраженной способностью быстро восстанавливаться.

Сорт груши Фаворитка, как и большинство уральских сортов, является скороплодным, то есть начинает давать первые плоды через 4...5 лет после посадки однолетками, а иногда и раньше.

Съемная зрелость в условиях Южного Урала наступает в конце первой декады августа. В зависимости от условий плоды могут храниться до одного месяца. Плоды пригодны для потребления в свежем виде, приготовления компотов, сухофруктов, варенья, сока, джемов. Дегустационная оценка в свежем виде 4,5 балла, продуктов переработки – 4,6 балла.

Сорт не требователен к опылителям. Лучшие опылители Вековая, Ларинская и другие сорта с одновременным сроком цветения. Урожайность высокая, средний урожай за последние 4 года составил 24,8 кг/дер. (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность сортов груши селекции ЮУНИИСК за 2019...2022 гг., схема посадки 4 × 2 м

Сорта	Урожайность по годам, кг/дер.				Средняя урожайность, кг/дер.
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	
Вековая	27,3	14,7	47,3	26,3	28,9
Миф	24,5	24,7	35,4	15,0	24,9
Фаворитка	21,3	11,2	53,4	13,2	24,8
Золотой шар	24,5	27,8	31,2	14,4	24,5
Заметная	24,6	18,3	40,7	13,5	24,3
Краснобокая	20,2	8,6	55,1	12,4	24,1
Северянка	20,1	14,2	46,2	15,2	23,9
Радужная	20,5	10,2	44,3	9,8	21,2
Декабринка	21,6	10,2	34,2	16,2	20,6
Красуля	21,2	14,0	29,5	16,6	20,3
Ларинская (контроль)	15,6	7,7	37,2	11,3	18,0
Сказочная	15,0	10,3	30,2	14,4	17,5
НСР ₀₅	3,12	2,41	2,57	2,76	2,52

Сорт также отличается высокой экономической эффективностью, при реализации плодов по цене 30 рублей за килограмм, рентабельность валовой продукции с 1 га насаждений составила 253,5 % (таблица 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания сортов груши селекции ЮУНИИСК за 2019...2022 гг., схема посадки 4 × 2 м

Сорт	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, руб./га	Себестоимость продукции, руб./га	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
Вековая	17,8	533550	133716	399834	299,0
Фаворитка	15,3	460530	130288	330242	253,5
Миф	15,3	459840	131268	328572	250,3
Краснобокая	15,1	453330	126370	326960	258,7
Золотой шар	14,9	449010	128084	320926	250,6
Заметная	14,8	444660	126126	318534	252,6
Северянка	14,7	441390	125146	316244	252,7
Радужная	13,0	394290	125146	269144	215,1
Красуля	12,7	382350	124412	257938	207,3
Декабринка	12,5	375780	120982	254798	210,6
Ларинская (контроль)	11,1	333990	120248	213742	177,8
Сказочная	10,8	325560	119514	206046	172,4

Достоинства сорта: высокая зимостойкость дерева, устойчивость к основным вредителям и болезням. Высокая урожайность, крупный размер и хорошее качество плодов.

Недостатки сорта: короткий период хранения плодов и высокорослость деревьев.

Заключение

Созданный селекционерами ЮУНИИСК – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН новый сорт груши Фаворитка, как и большинства сортов уральской селекции, характеризуется высокой адаптивностью, зимостойкостью и высокой урожайностью. Сорт выгодно выделяется стабильным плодоношением, крупными плодами (140...160 грамм) высокого качества, и представляет интерес для широкого использования как в любительском и промышленном садоводстве, так и в качестве источника хозяйственно-ценных признаков в селекции. Возделывание нового сорта груши Фаворитка позволит повысить экономическую эффективность садоводства в условиях Уральского региона.

Конфликт интересов

Автор статьи заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Фалкенберг Э.А. Уссурийская груша – донор устойчивости к биотическим и абиотическим факторам внешней среды // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2006. № 2. С. 43-47. EDN: [PNEFDТ](#)
2. Помология. В 5 т. Т. 2. Груша. Айва // под ред. Седова Е.Н. Москва: РАН, 2022.
3. Фалкенберг Э.А. Рекомендации по совершенствованию селекционного процесса груши // В сборнике: Проблемы и перспективы межвидовой гибридизации плодовых, ягодных культур и картофеля (методические рекомендации по селекции и семеноводству). Челябинск, 2000. С. 47-62. EDN: [UMPQSX](#)
4. Слепнева Т.Н. Современное состояние научного обеспечения садоводства на Урале в аспекте импортозамещения // Инновации, технологии, импортозамещение в агропромышленном комплексе УФО: Материалы конференции. Тюмень, 2018. С. 63-69. EDN: [YACBUD](#)
5. Макаренко С.А. Приоритетные направления селекции яблони для районов с суровыми климатическими условиями // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. №8. С. 28-35. EDN: [EYCBQN](#)
6. Яковлев С.П. Селекция груши // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1995. С. 201-224.
7. Седов Е.Н., Красова Н.Г., Жданов В.В., Долматов Е.А., Можар Н.В. Семечковые культуры (яблоня, груша, айва) // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 253-300. EDN: [YHAPPN](#)
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Фалкенберг Э.А., Кожемякин В.С. Азбука садовода и огородника. Челябинск, 2000. С. 317-322.
10. Макаренко С.А и др. Помология Урала// Макаренко С.А., Савин Е.З., Ильин В.С., Котов Л.А., Слепнева Т.Н., Чеботок Е.М., Тарасова Г.Н., Невоструева Е.Ю., Евтушенко Н.С., Фазлиахметов Х.Н., Мережко О.Е., Гасымов Ф.М.О., Исакова М.Г., Тележинский Д.Д., Лёзин М.С., Нигматзянов Р.А., Старцева Н.Ю., Тихонова М.А., Богданова И.И., Иванова Е.А. и др. /сорта плодовых, ягодных культур и винограда / Москва, 2022.
11. Гасымов Ф.М. Результаты селекции плодовых культур в Южно-Уральском научно-исследовательском институте плодовоовощеводства и картофелеводства //Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: Материалы VI международного форума. В 2-х частях. Благовещенск, 2013. С. 233-238.
12. Раевский А.А., Васильев А.А. Результаты научной и производственной деятельности ЮУНИИСК за 2021 год // Актуальные вопросы садоводства и картофелеводства: сб. тр. 4-й науч.-практ. конф. Челябинск: ЧелГУ, 2022. С. 3-20. EDN: [UXAPSM](#)
13. Тарасова Г.Н., Тележинский Д.Д., Котов Л.А. Создание сортимента груши для Среднего Урала // Частная генетика и селекция – вековой опыт в садоводстве: материалы научно-практической конференции. 2018. С. 297-300. EDN: [ZYOJWH](#)

References

1. Falkenberg, E.A. (2006). Ussuri pear – donor of resistance to biotic and abiotic environmental factors // *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, 2, 43-47. EDN: [PNEFDТ](#) (In Russian, English abstract).

2. Sedov, E.N. (Ed.) (2022) *Pear. Quince* (Vol. 2). Moscow:RAS. (In Russian).
3. Falkenberg, E.A. (2000). Recommendations for improving the pear breeding process. In *Problems and prospects of interspecific hybridization of fruit, berry crops and potatoes (methodological recommendations on breeding and seed production)* (pp. 47-62). Chelyabinsk. EDN: [UMPQSX](#) (In Russian).
4. Slepneva, T.N. (2018). The current state of scientific support of horticulture in the Urals in the aspect of import substitution. In *Innovations, technologies, import substitution in the agro-industrial complex of the Ufa: Proc. Sci. Conf.* (pp. 63-69). Tyumen. EDN: [YACBUD](#) (In Russian).
5. Makarenko, S.A. (2019). The priority apple breeding directions for the areas with severe climatic conditions. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 8, 28-35. EDN: [EYCBQN](#) (In Russian).
6. Yakovlev, S.P. (1995). Pear breeding. In E.N. Sedov (Ed.), *Program and methods of selection fruit, berry and nut crops* (pp. 201-224). Orel: VNIISPK. (In Russian).
7. Sedov, E.N., Krasova, N.G., Zhdanov, V.V., Dolmatov, E.A., & Mozhar, N.V. (1999). Pome fruits (apple, pear, quince). In E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 253-300). Orel: VNIISPK. EDN: [YHAPPN](#) (In Russian).
8. Dospikhov, B.A. (1985). *Methodology of field experience*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
9. Falkenberg, E.A., & Kozhemyakin, V.S. (2000). *The horticultor ABCs* (pp. 317-322). Chelyabinsk. (In Russian).
10. Makarenko, S.A., Savin, E.Z., Ilyin, V.S., Kotov, L.A., Slepneva, T.N., Chebotok, E.M., Tarasova, G.N., Nevostrueva, E.Yu., Yevtushenko, N.S., Fazliakhmetov, H.N., Merezko, O.E., Gasimov, F.M., Isakova, M.G., Telezhinsky, D.D., Lezin, M.S., Nigmatzyanov, R.A., Startseva, N.Yu., Tikhonova, M.A., Bogdanova, I.I., Ivanova, E.A., et al. (2022). *Pomology of the Urals*. Moscow. (In Russian).
11. Gasymov, F.M. (2013). Results of fruit crop breeding at the South Ural Scientific Research Institute of Fruit and Vegetable growing and potato growing. In *Protection and rational use of forest resources: Proc. Sci. Conf.* (pp 233-238). Blagoveshchensk. (In Russian).
12. Rayevsky, A.A., & Vasiliev, A.A. (2022). Results of scientific and production activities of YUUNIISK for 2021. In *Topical issues of horticulture and potato growing: Proc. Sci. Conf.* (pp. 3-20). Chelyabinsk: Chelyabinsk State University. EDN: [UXAPSM](#) (In Russian, English abstract).
13. Tarasova, G.N., Telezhinsky, D.D., & Kotov, L.A. (2018). Creation of a pear assortment for the Middle Urals. In *Private genetics and breeding – a century-old experience in gardening: Proc. Sci. Conf.* (pp. 297-300). Voronezh: Kvarta. EDN: [ZYOJWH](#) (In Russian).

Автор:

Фирудин Мамедович Гасымов, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий научно-исследовательским отделом садоводства ЮУНИИСК – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, Istpk@mail.ru

Author details:

Firudin Gasymov, PhD in Agriculture, Head of the horticulture research department in Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science, Istpk@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА СМОРОДИНЫ ЧЁРНОЙ СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ ФАНЦ СЕВЕРО-ВОСТОКА

А.П. Софронов , Т.И. Салтыкова, Н.С. Вахрушева

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого», 610007 г. Киров, ул. Ленина 166 а. plod-niish@yandex.ru

Аннотация

Исследования проведены в центральной агроклиматической зоне Кировской области, по методике Госсорткомиссии. Целью исследований явилось создание новых конкурентоспособных сортов смородины чёрной. Приведены морфологическая, биологическая и хозяйственная характеристика сортов смородины черной. Происхождение сорта Сапфир: 1-18-85 (Стахановка Алтая × (Бредторп × Янкис Ярви) × 1295-16-82 (762-5-82 × Минай Шмырёв). Сорт среднепозднего срока созревания. Куст среднерослый, среднераскидистый. Ягоды в кисти располагаются густо. Средняя масса ягод 1,5 г. Плоды плоскоокруглой формы, чёрные, блестящие, с кожицей средней толщины, хорошего кисло-сладкого вкуса. В ягодах содержится 96,8 мг% витамина С, 8,22% сахара. Средняя урожайность составляет 69,0 ц/га. Сорт отличается высокой степенью устойчивости к мучнистой росе. Назначение сорта универсальное. Сорт требователен к плодородию почвы. Сорт Шаганэ включён в Государственный реестр селекционных достижений в 2021 г., происхождение (Бенефис × Янкис Ярви) × 1328-17-38 (потомок смородины восковой × Лентяй). Сорт среднего срока созревания. Куст среднерослый, слабораскидистый. Средняя масса ягод 1,2 г. Плоды плоскоокруглой формы, чёрные, с кожицей средней толщины, хорошего кисло-сладкого вкуса. В ягодах содержится 119,39 мг% витамина С, 9,48% сахара. Урожайность в среднем 78,0 ц/га. Сорт отличается высокой степенью устойчивости к почковому клещу и мучнистой росе. Сорт Ариэль (Mortti × Чудное Мгновение) включён в Госреестр селекционных достижений в 2023 г., среднего срока созревания. Куст среднерослый, слабораскидистый. Ягоды округлой формы, чёрные, с кожицей средней толщины. Средняя масса ягод 1,7 г. Ягода хорошего кисло-сладкого вкуса. В ягодах содержится 140,36 мг% витамина С, сахара – 6,81%. Урожайность в среднем 77,0 ц/га. Сорт отличается устойчивостью к почковому клещу и мучнистой росе. Сорт универсального назначения. Сорт требователен к плодородию почвы.

Ключевые слова: сорт, урожайность, крупноплодность, устойчивость, мучнистая роса, почковый клещ

THE PERSPECTIVE BLACK CURRANT CULTIVARS OF FSBSI FARC OF NORTH-EAST

A.P. Sofronov , T.I. Saltykova, N.S. Vahrusheva

FSBSI FARC of the North-East, 610007, Russia, Kirov, ul. Lenina, 166a, plod-niish@yandex.ru

Abstract

The research works were carried out in the central agricultural climatic zone of Kirov region, according to the methodology of the State Variety Testing Commission. The purpose of the research was to create new competitive black currant cultivars. Morphological, biological and economical characteristics of black currant cultivars are given. The origin of the Sapfir cultivar is: 1-18-85 (Stahanovka Altaya × (Bredtorp × Yankis Yarvy) × 1295-16-82 (762-5-82 × Minay

Shmiryov). The cultivar has a middle late term of maturation. The bush is of medium growth and of medium spreading. The berries in a bunch are settled thick. An average weight of one berry is 1.5 g. The berries are of a flat-circular shape, shining, black with a peel of medium thickness and nice sour-sweet taste. The concentration of vitamin C is 96.8 mg/100 g and the concentration of sugar is 8.22%. The average productivity is 6.9 t/ha. The cultivar is prominent for a high degree of sustainability to powdery mildew. The main purpose of the berries is universal. The cultivar requires fertile soil. The origin of the Shagane cultivar is from (Benefis × Yankis Yarvi) × 1328-17-38 (the ancestor of wax currant × Lentiay). The cultivar is of a medium term of maturation. The bush is of medium growth and slightly spreading. An average weight of one berry is 1.2 g. The berries are of flat circular shape with a peel of medium thickness and nice sour-sweet taste. The concentration of vitamin C is 119.39 mg/100 g and the concentration of sugar is 9.48%. The average productivity is 7.8 t/ha. The cultivar is prominent for a high degree of sustainability to bud mite and powdery mildew. The main purpose of berries is universal. The origin of the Ariel cultivar is from Mortti × Chudnoye Mgnovienie. The cultivar has a middle term of maturation. The bush is of medium growth and slightly spreading. The berries are black of circular shape with a peeling of medium thickness. An average weight of a berry is 1.7 g. The berry has nice sour-sweet taste. The concentration of vitamin C is 140.36 mg/100 g and of sugar is 6.81%. The average productivity is 7.7 t/ha. The cultivar is prominent for sustainability to bud mite and powdery mildew. The cultivar has universal purpose. The cultivar requires fertile soil. Shagane was included in the State Register of Selection Achievements Admitted for Use in 2021 and Ariel was included in the State Register in 2023.

Key words: cultivar, productivity, large size of fruit, sustainability, powdery mildew, bud mite

Введение

Основная задача селекции смородины чёрной (*Ribes nigrum* L.) в научных учреждениях России – улучшение сортимента путём создания новых сортов, превосходящих допущенные к использованию по комплексу хозяйственно-полезных признаков (Вахрушева и др., 2021; Сазонов, 2017). В связи с изменением климата, совершенствованием технологии возделывания, усилением вредоносности болезней и вредителей возникает необходимость непрерывного обновления сортимента (Князев и др., 2016; Чеботок, 2020). Сорта смородины чёрной местной селекции в меньшей степени реагируют на абио- и биотические факторы и более продуктивны, чем интродуцированные сорта, что показывают многолетние наблюдения (Князев и др., 2017; Салтыкова и др., 2020; Тихонова, 2016).

Основным методом селекции смородины чёрной в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока является внутривидовая гибридизация с последующим индивидуальным отбором. В качестве исходного материала используются элитные формы и сорта местной селекции, а также коллекционные сортообразцы различного происхождения (Салтыкова и др., 2019, 2020).

Материалы, методика и условия

Исследования проведены в экспериментальном саду, расположенном в центральной агроклиматической зоне Кировской области. Почва на участках первичного сортоизучения дерново-карбонатная, среднесуглинистая. Содержание фосфора (P_2O_5) 280 мг/1000 г, калия (K_2O) 200 мг/1000 г, pH = 5,6. Агротехнические мероприятия – принятые для Кировской области.

Объектами изучения явились гибридный фонд, отборные, элитные сеянцы и сорта смородины чёрной селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Контрольные сорта Оджебин

(клон сорта Эркхейки) и Вологда (Компактная × Бредторп), рекомендованные в качестве стандарта Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений по Кировской области.

Учёты и наблюдения проводили согласно требованиям «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Князев, Баянова, 1999). Результаты обработаны методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

Результаты исследований

В результате многолетнего изучения (2002...2019 гг.) гибридного фонда смородины чёрной селекции лаборатории плодово-ягодных культур ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока выведены новые сорта Сапфир, Шаганэ, Ариэль.

Сапфир (селекционный номер 56-8-96) (1-18-85 (Бенефис × Янкис Ярви) × 1295-16-82 (762-5-82 × Минай Шмырёв) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Сорт смородины чёрной Сапфир

Год скрещивания и посева семян – 1994, год вступления в плодоношение – 1998. Год отбора элитного сеянца – 1999, год начала станционных испытаний – 2004.

Сорт среднепозднего срока созревания. Куст среднерослый, среднераскидистый, побеги средней толщины, прямые, неопушённые. Почки яйцевидной формы, со слабым опушением, одиночные, с антоциановой окраской, средние, полуприжатые к побегу. Листья зелёные, матовые, средние. Пластинка листа выпуклая, голая, мягкая, морщинистая. Зубчики средние, тупые, подогнутые. Выемка у основания листа средняя. Лопастей три, с мелкими вырезами; верхушка лопастей острая, угол, образуемый лопастями листа тупой. Кисть короткая, цветки средние бледной окраски. Ягоды в кисти располагаются густо. Сорт крупноплодный, средняя масса ягоды 1,5 г, максимальная – 2,7 г. Ягоды плоскоокруглой формы, чёрные, блестящие, с сухим отрывом, с кожицей средней толщины, хорошего кисло-сладкого вкуса, дегустационная оценка 4,0 балла. В ягодах содержится до 96,80 мг% витамина С, 8,22% сахаров. Сорт урожайный, средняя урожайность – 69,0 ц/га, максимальная – 123,0 ц/га, высокосамоплодный (51,4%). Зимостойкость высокая. Сорт отличается высокой степенью устойчивости к мучнистой росе. Назначение сорта универсальное. Сорт требователен к плодородию почвы.

Шаганэ (селекционный номер 60-6-96), полученный в результате контролируемых скрещиваний (1-18-85 (Бенефис × Янкис Ярви) × 1328-17-38 (потомок смородины восковой × Лентяй)) (рисунок 2).



Рисунок 2 – Сорт смородины чёрной Шаганэ

Год скрещивания и посева семян – 1994, год вступления в плодоношение – 1998. Год отбора элитного сеянца – 1999, год начала станционных испытаний – 2004.

Сорт среднего срока созревания. Куст среднерослый, слабораскидистый, побеги средней толщины, опушённые, прямые. Почки одиночные, яйцевидные, со слабым опушением, среднего размера, заострённые, полуприжатые. Листья тёмно-зелёные, крупные, матовые. Пластинка листа кожистая, голая, гладкая, выпуклая. Зубчики короткие, неподогнутые. Основание листа с глубокой выемкой, прямое. Лопастей три, с глубокими вырезами; верхушка лопастей острая, угол, образуемый лопастями листа острый. Кисть короткая, цветки средние бледной окраски. Сорт крупноплодный, средняя масса ягоды 1,2 г, максимальная – 1,9 г. Ягоды плоскоокруглой формы, с сухим отрывом, чёрные, кожица средней толщины. Вкус хороший, кисло-сладкий, дегустационная оценка – 4,5 балла. В ягодах содержится до 119,39 мг% витамина С, 9,48% сахаров. Сорт многокистный (доля многокистных узлов от их общего количества составляет 35,0%) Средняя урожайность за годы наблюдений составила 78,0 ц/га, максимальная – 114 ц/га, высокосамоплодный (46,7%). Зимостойкость высокая. Сорт отличается высокой степенью устойчивости к почковому клещу и мучнистой росе. Назначение сорта универсальное.

Ариэль (селекционный номер 71-2-07) (Mortti × Чудное мгновение) (рисунок 3).

Год скрещивания и посева семян – 2003, год вступления в плодоношение – 2009. Год отбора элитного сеянца – 2011, год начала станционных испытаний – 2015.

Сорт среднего срока созревания. Куст среднерослый, слабораскидистый, побеги прямые, средней толщины, опушённые. Почки одиночные, яйцевидные, со слабым опушением, средние, широкозаострённые, отклонены от побега, со слабой антоциановой окраской. Листья среднего размера, светло-зелёные, матовые. Пластинка листа слабоопушённая,

неплотная, морщинистая, выпуклая. Зубчики острые, короткие, подогнутые. Основание листа прямое, со средней выемкой. Лопастей три, с мелкими вырезами; верхушка лопастей острая, угол, образуемый лопастями листа прямой. Кисть средняя, цветки средние бледной окраски. Ягоды округлые, чёрные, с кожей средней толщины, с сухим отрывом. Сорт крупноплодный, средняя масса ягоды 1,7 г, максимальная – 2,8 г. Ягоды хорошего кисло-сладкого вкуса, дегустационная оценка – 4,0 балла. В них содержится до 140,36 мг% витамина С, сахаров – 6,81%. Урожайность высокая (в среднем 77,0 ц/га, максимальная – 89,0 ц/га), высокосамоплодный (62,0%). Зимостойкость высокая. Сорт отличается устойчивостью к почковому клещу и мучнистой росе. Сорт универсального назначения, требователен к плодородию почвы.

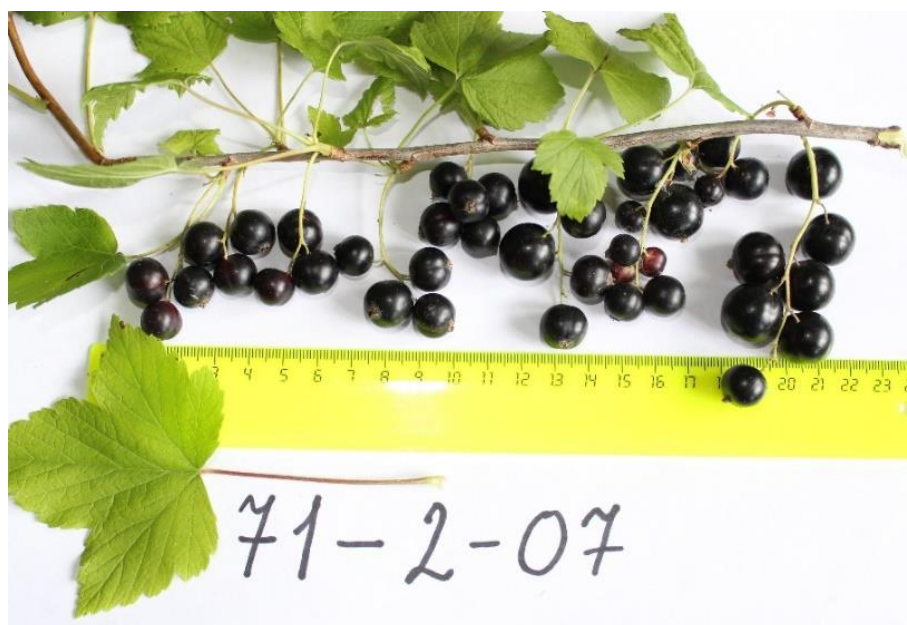


Рисунок 3 – Сорт смородины чёрной Ариэль

Год скрещивания и посева семян – 2003, год вступления в плодоношение – 2009. Год отбора элитного сеянца – 2011, год начала станционных испытаний – 2015.

Сорт среднего срока созревания. Куст среднерослый, слабораскидистый, побеги прямые, средней толщины, опушённые. Почки одиночные, яйцевидные, со слабым опушением, средние, широкозаострённые, отклонены от побега, со слабой антоциановой окраской. Листья среднего размера, светло-зелёные, матовые. Пластинка листа слабоопушённая, неплотная, морщинистая, выпуклая. Зубчики острые, короткие, подогнутые. Основание листа прямое, со средней выемкой. Лопастей три, с мелкими вырезами; верхушка лопастей острая, угол, образуемый лопастями листа прямой. Кисть средняя, цветки средние бледной окраски. Ягоды округлые, чёрные, с кожей средней толщины, с сухим отрывом. Сорт крупноплодный, средняя масса ягоды 1,7 г, максимальная – 2,8 г. Ягоды хорошего кисло-сладкого вкуса, дегустационная оценка – 4,0 балла. В них содержится до 140,36 мг% витамина С, сахаров – 6,81%. Урожайность высокая (в среднем 77,0 ц/га, максимальная – 89,0 ц/га), высокосамоплодный (62,0%). Зимостойкость высокая. Сорт отличается устойчивостью к почковому клещу и мучнистой росе. Сорт универсального назначения, требователен к плодородию почвы.

В таблице 1 приведены результаты первичного сортоизучения по урожайности сортов Сапфир, Шаганэ, Ариэль в сравнении с контрольными сортами.

Таблица 1 – Урожайность перспективных сортов смородины чёрной селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока

Сорт	Урожайность, ц/га				
	2007 год	2008 год	2009 год	2010 год	В среднем
Оджебин, контроль	20,0	13,0	13,0	6,0	13,0
Сапфир	123,0	52,0	46,0	53,0	69,0
НСР _{0,05}	25,0	8,8	8,5	2,4	2,2
	2013 год	2014 год	2015 год	-	В среднем
Вологда, контроль	41,0	65,0	51,0	-	52,0
Шаганэ	39,0	81,0	114,0	-	78,0
НСР _{0,05}	5,8	15,1	13,6	-	25,1
	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год	В среднем
Вологда, контроль	33,0	46,0	23,0	22,0	31,0
Ариэль	68,0	82,0	70,0	89,0	77,0
НСР _{0,05}	34,5	20,1	17,3	5,3	14,9

В результате изучения элитных форм смородины чёрной на участке первичного сортоизучения в 2010 году был выведен сорт Сапфир с урожайностью 69,0 ц/га, что достоверно выше контрольного сорта Оджебин (13,0 ц/га). В 2015 году в первичном сортоизучении 2011 года посадки выделен и передан на ГСИ сорт Шаганэ, на который в 2021 году получен патент на селекционное достижение № 11401. Сорт высокоурожайный, средняя урожайность за годы изучения (2013...2015 гг.) составила 78,0 ц/га, что достоверно превышает показатель контрольного сорта Вологда (52,0 ц/га). Из первичного сортоизучения 2013 года посадки получен сорт Ариэль с урожайностью 77,0 ц/га, что достоверно выше контрольного сорта Вологда (31,0 ц/га), который 2023 году включён в ГСИ по Волго-Вятскому региону.

Заключение

Сорта смородины чёрной Сапфир, Шаганэ, Ариэль совмещают на оптимальном уровне большинство изученных параметров: стабильную урожайность, высокую самоплодность, крупноплодность, высокие вкусовые качества, устойчивость к вредителям и болезням, которые определяют адаптационные возможности и стабильность плодоношения культуры на Северо-Востоке европейской части Нечернозёмной зоны России. Сорт Шаганэ включён в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, в 2021 году, сорт Ариэль в 2023 году (по Волго-Вятскому региону). Данные сорта смородины чёрной активно используются в селекционной работе лаборатории плодово-ягодных культур ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в качестве источников ценных признаков для дальнейшего совершенствования сортимента.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока № FNWE-2022-0004.

Конфликт интересов: авторы заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Вахрушева Н.С., Салтыкова Т.И., Софронов А.П. Итоги изучения элитных форм смородины чёрной селекции Федерального аграрного научного центра Северо-Востока // Садоводство и виноградарство. 2021. № 3. С. 5-10. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-3-5-15>. EDN: [ZCNMSJ](https://www.edn.ru/10.31676/0235-2591-2021-3-5-15)

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Князев С.Д., Левгерова Н.С., Пикунова А.В., Салина Е.С., Чекалин Е.И., Янчук Т.В., Шавыркина М.А. Селекция чёрной смородины: методы, достижения, направления. Орел: ВНИИСПК, 2016. 328 с. EDN: [VWPJYB](#)
4. Князев С.Д., Келдибекова М.А., Товарницкая М.В. Сравнительная оценка новых сортов смородины чёрной селекции ВНИИСПК // Вестник аграрной науки. 2017. № 5. С. 36-40. <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2017.5.36>. EDN: [ZUFLRL](#)
5. Князев С.Д., Баянова Л.В. Смородина, крыжовник и их гибриды // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 351-373. EDN: [YHAPPX](#)
6. Сазонов Ф.Ф. Основные задачи и результаты селекции смородины чёрной в условиях юго-западной части Нечерноземья России // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 48, № 1. С. 215-219. EDN: [YMAVYX](#)
7. Салтыкова Т.И., Вахрушева Н.С., Софронов А.П. Оценка исходного материала смородины чёрной селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока по комплексу признаков // Современное садоводство. 2019. № 3. С.16-21. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10303>. EDN: [JGXRZZ](#)
8. Салтыкова Т.И., Вахрушева Н.С., Софронов А.П. История селекции чёрной смородины в Кировской области // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: материалы конференции. Киров, 2020. С. 182-186. EDN: [NRZZRS](#)
9. Тихонова О.А. Слагаемые компоненты продуктивности черной смородины в условиях Северо-Запада России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2016. Т. 177, № 3. С. 61-73. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2016-3-61-73>. EDN: [WWWJH](#)
10. Чеботок Е.М. Пополнение сортимента чёрной смородины для Волго-Вятского региона // Современное садоводство. 2020. № 1. С. 10-15. <https://www.doi.org/10.24411/2312-6701-2020-10102>. EDN: [FNXXIV](#)

References

1. Vakhrusheva, N.S., Saltykova, T.I., & Sofronov, A.P. (2021). Study of elite black currant varieties selected at the Federal Agrarian Scientific Centre of the North-East. *Horticulture and viticulture*, 3, 5-10. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-3-5-15>. EDN: [ZCNMSJ](#) (In Russian, English abstract).
2. Dospikhov, B.A. (1985). *Methodology of field trial*. Agropromizdat. (In Russian).
3. Knyazev, S.D., Levgerova, N.S., Makarkina, M.A., Pikunova, A.V., Salina, E.S., Chekalin, E.I., Yanchuk, T.V., & Shavyrkina, M.A. (2016). *Black currant breeding: methods, achievements, directions*. Orel: VNIISPK. EDN: [VWPJYB](#) (In Russian).
4. Knyazev, S.D., Keldibekova, M.A., & Tovarnitskaya, M.V. (2017). Comparative evaluation of new varieties of black currant breeding all Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. *Bulletin of agrarian science*, 5, 36-40. <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2017.5.36>. EDN: [ZUFLRL](#) (In Russian, English abstract).
5. Knyazev, S.D. & Bayanova, L.V. (1999). Currants, gooseberries and their hybrids. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 351-373). Orel: VNIISPK. EDN: [YHAPPX](#) (In Russian).
6. Sazonov, F.F. (2017). The main objectives and results of breeding of black currants in the conditions of the south-western part of Non-chernozem zone of Russia. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 48(1), 215-219. EDN: [YMAVYX](#) (In Russian, English abstract).

7. Saltykova, T.I., Vakhrusheva, N.S., & Sofronov, A.P. (2019). The assessment of initial black currant material of FSBSI FARC of the north-east selection according to the complex of traits. *Contemporary horticulture*, 3, 16-21. <https://www.doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10303>. EDN: [JGXRZZ](#) (In Russian, English abstract).
8. Saltykova, T.I., Vakhrusheva, N.S., & Sofronov, A.P. (2020). The history of black currant breeding in the Kirov region. In *Methods and technologies in plant breeding and crop production: Proc. Sci. Conf.* (pp. 182-186). EDN: [NRZZRS](#) (In Russian).
9. Tikhonova, O.A. (2016). Elements of the black currant productivity component in the environments of the russian north-west. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 177(3), 61-73. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2016-3-61-73>. EDN: [WWJVHX](#) (In Russian, English abstract).
10. Chebotok, E.M. (2020). Replenishment of the assortment of black currants for the Volga-Vyatka region. *Contemporary horticulture*, 1, 10-15. <https://www.doi.org/10.24411/2312-6701-2020-10102>. EDN: [FNXXIV](#) (In Russian, English abstract).

Авторы:

Александр Петрович Софронов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», plod-niish@yandex.ru

Татьяна Ильинична Салтыкова, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»

Наталья Сергеевна Вахрушева, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»

Authors details:

Aleksandr Sofronov, PhD in Agriculture, senior researcher, Head of laboratory at The Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, plod-niish@yandex.ru

Tatyana Saltykova, junior researcher at The Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky

Naraliya Vakhrusheva, junior researcher at The Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЖИМОЛОСТИ КАМЧАТСКОЙ КАК ИСТОЧНИК СЕЛЕКЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПЛОДОВ

Е.Н. Петруша, Е.А. Русакова 

ФГБНУ «Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», 684033, Россия, Камчатский край, Елизовский район, п. Сосновка, ул. Центральная 4, khasbiullina@kamniish.ru

Аннотация

Включение диких форм жимолости камчатской в селекционный процесс способствует созданию сортов с улучшенными хозяйственно-ценными свойствами. В данной статье приведены результаты многолетних исследований селекционного материала дикорастущих форм жимолости камчатской по комплексу хозяйственно ценных признаков. Объекты исследований – 148 сеянцев, полученных из семян дикорастущей жимолости различных районов происхождения на территории Камчатского края. Представлены результаты исследований с 2017 по 2022 гг. Сеянцы оценивали по зимостойкости, сроку созревания, показателям продуктивности, массы плодов, вкусу и привлекательности, осыпаемости, содержания аскорбиновой кислоты и сухого вещества. Цель исследования – изучение и оценка исходного материала генетического разнообразия жимолости камчатской и выделение источников селекционно-значимых признаков. По результатам селекционного изучения в питомнике отбора сеянцев выделены в элиту 24 формы с высокой зимостойкостью, различного срока созревания, из них: 13 форм с повышенной продуктивностью от 0,35 до 0,45 кг с куста; 15 форм по показателю крупноплодности с массой плода от 1,0 до 1,3 г; 10 форм с отличным десертным вкусом плодов; 15 форм по привлекательности, включающей комплексную оценку величины, одномерности и формы плодов; 15 форм с отсутствием осыпаемости плодов. Наибольшее накопление аскорбиновой кислоты от 51,3 до 61,4 мг% у 10 сеянцев, растворимого сухого вещества от 13,9 до 15,9% у 12 сеянцев. Таким образом, в результате изучения семенного материала дикорастущих форм жимолости отобраны наиболее ценные элитные формы для использования в селекции как источники на продуктивность и качество плодов.

Ключевые слова: Камчатский край, жимолость, источники селекции, продуктивность, масса, оценка вкуса, привлекательность, осыпаемость, аскорбиновая кислота, сухое вещество

GENETIC DIVERSITY OF KAMCHATKA HONEYSUCKLE AS A SOURCE OF BREEDING FOR PRODUCTIVITY AND QUALITY OF BERRIES

E.N. Petrusha, E.A. Rusakova 

Kamchatka Scientific Research Institute of Agriculture, Tsentral'naya st., 4, Sosnovka, Kamchatka Region, Russia, khasbiullina@kamniish.ru

Abstract

The inclusion of wild forms of Kamchatka honeysuckle in the breeding process contributes to create varieties with improved economically valuable properties. This article presents the results of many years of research of the selection material of wild forms of Kamchatka honeysuckle in terms of the complex of economically valuable traits. 148 seedlings obtained from seeds of wild-growing honeysuckle from different areas of origin in Kamchatka Territory were studied. The results of the

studies for 2017—2022 are given. The seedlings were evaluated for winter hardiness, ripening period, productivity indicators, weight of berries, taste and attractiveness of fruit appearance, shedding and the content of ascorbic acid and soluble solids in fruit. The purpose of this research was to study and evaluate the source material for the genetic diversity of Kamchatka honeysuckle and to identify sources of breeding-relevant traits. According to the results of the study in the nursery, 24 honeysuckle forms with high winter hardiness and different ripening periods were selected for elite: 13 forms with increased productivity from 0.35 to 0.45 kg per bush; 15 forms with a large berry weight of 1 to 1.3 g; 10 forms with excellent dessert taste of berries; 15 forms by attractiveness, including a comprehensive assessment of the size, one-dimensionality and shape of berries; 15 forms with no tendency to berry shedding. The largest accumulation of ascorbic acid from 51.3 to 61.4 mg/100 g was found in 10 seedlings, soluble solids from 13.9 to 15.9% was determined in 12 seedlings. Thus, as a result of studying the seed material of wild-growing forms of honeysuckle, the most valuable elite forms were selected for use in breeding as sources of productivity and quality of berries.

Key words: Kamchatka region, honeysuckle, sources of selection, productivity, weight, taste assessment, attractiveness, shedding, ascorbic acid, soluble solids

Введение

С каждым годом жимолость синяя (*Lonicera caerulea* L.) приобретает всё большую популярность во многих регионах страны. Перспективность и востребованность данной культуры объясняется её неоспоримыми достоинствами – устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, экологической пластичностью, невысокой требовательностью к агротехнике, стабильностью плодоношения, сверххранним созреванием и универсальностью использования плодов, исключительной пищевой и лекарственной ценностью. (Белосохов и др., 2006; Макаров и др., 2007; Ильин, Ильина 2013)

Работа по отбору перспективных форм жимолости из дикой природы и созданию сортов была начата ещё в конце 1940-х и в 1950-е годы. Большинство первых сортов было получено от жимолости камчатской (*L. kamtschatica* (Sevast.) Pojark.) при отборе в первом и во втором поколениях от свободного опыления. Затем в селекцию в качестве исходного материала для создания сортов были включены гибриды и отборные формы жимолости съедобной (*L. edulis* (Turcz. ex Herder) Turcz. ex Freyn), жимолости алтайской (*L. altaica* Pall.) и жимолости Турчанинова (*L. turczaninowii* Pojark.).

На сегодняшний день в ведущих селекционных центрах страны выделены ценные формы и сорта жимолости, перспективные для возделывания и дальнейшей селекционной работы. Новые сорта обладают крупными плодами с хорошим вкусом, высоким содержанием витаминов и биологически активных веществ. (Козак и др., 2018; Хохрякова, Пугач, 2022) Тем не менее, в селекции жимолости сохраняют актуальность задачи на повышение массы плода и недостаточно высокой урожайности, позднего вступления в пору промышленного плодоношения (на шестой-седьмой год после посадки), осыпаемости плодов, их плохой транспортабельности и посредственного, негармоничного вкуса. (Плеханова, 2003; Белосохов и др., 2006; Хохрякова, 2022)

Для получения новых сортов дальнейшие исследования должны быть направлены на поиск и создание генотипов, характеризующихся улучшенными качествами. Полиморфизм сеянцев перекрёстноопыляемой культуры жимолости позволяет отобрать среди них растения, превосходящие материнские по зимостойкости, а также крупноплодные слабоосыпающиеся экземпляры. В этой связи представляет интерес всестороннее изучение

и оценка селекционного потенциала дикорастущих форм жимолости камчатской.

Жимолость камчатская наиболее часто используется селекционерами при выведении сортов в качестве донора таких свойств, как десертный кисло-сладкий вкус, приятный аромат, крупноплодность, неосыпаемость в процессе созревания, хорошая транспортабельность ягод. (Белосохов, Белосохова, 2012; Хохрякова, 2022; Куклина и др., 2017) Кроме того, данный вид жимолости обладает высокой зимостойкостью. Зимние повреждения у жимолости камчатской случаются редко, обычно в годы, когда суровая зима наступает после продолжительной, экстремально теплой осени (Петруша, 2015).

Жимолость камчатская отличается медленным наращиванием урожая: в первые годы плодоношения жимолость дает от 0,1 до 0,3 кг с куста и только на 6...7-й – более 1,0 кг с куста. Максимальный урожай появляется на 8...10-й год, когда наблюдается равновесие между ростом и плодоношением. (Петруша, 2019) Исследовательская работа по сбору и переносу ценных форм жимолости из дикой природы в культуру на Камчатке имеет большие преимущества вследствие широких возможностей сбора генетического материала. На территории Камчатского края, в местах своего естественного произрастания, жимолость образует множество форм, отличающихся продуктивностью и качественными характеристиками плодов. Данное разнообразие представляет собой неисчерпаемый резерв для обогащения культурного садоводства новыми сортами. Изучение большого количества генетического материала из различных мест произрастания жимолости камчатской дает возможность выделить наиболее урожайные, крупноплодные формы в местных условиях. (Петруша, 2019)

Важно отметить, что особая актуальность селекции жимолости на Камчатке обусловлена возрастающей антропогенной нагрузкой на места естественного произрастания данного вида. Вследствие раскорчёвки лесных массивов, развития горнодобывающей промышленности, строительства новых дорог и газопроводов, жилых микрорайонов и технических сооружений, вандального сбора ягоды промышленными бригадами существует угроза исчезновения ценных форм дикорастущей жимолости. Закрепление в новых сортах хозяйственно-ценных признаков дикорастущей жимолости камчатской будет способствовать сохранению биоразнообразия данного вида.

Исходя из этого, цель нашего исследования – проведение комплексной оценки генетического разнообразия жимолости камчатской и выделение источников селекционно-значимых признаков. В задачи исследования входило: пополнение и изучение исходного материала жимолости камчатской с привлечением дикорастущих форм из различных районов произрастания; выделение качественных источников по селекционно-значимым признакам.

Материалы и методика исследований

Исследования проводились с 2017 по 2022 гг. на опытном участке селекционного питомника жимолости ФГБНУ «Камчатский НИИ сельского хозяйства». В качестве объектов исследований были использованы 148 сеянцев, полученных из семян дикорастущей жимолости, произрастающей в юго-западном и центральном районах Камчатского края. Селекционный питомник заложен в 2012 и 2016 гг., по схеме посадки 2,8 × 0,5 м, на охристо-вулканических, супесчаных почвах. Глубина пахотного горизонта на участке – не менее 22...25 см, рН_{сол.} – 5,5...6,0, содержание гумуса достаточно высокое (6,8%).

Методической основой проведения учётов и наблюдений служили «Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Плеханова, 1995), «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Плеханова, 1999). Основные элементы учёта – продуктивность, масса плода, оценка вкуса

и привлекательности, осыпаемость. Химический анализ плодов определялся согласно стандартным методикам: содержание аскорбиновой кислоты – по Мурри, растворимых сухих веществ – рефрактометрически.

Исследования выполнялись в Юго-Восточной зоне полуострова, которая выделяется относительно благоприятным климатом среди других районов полуострова. Среднегодовая температура в данном районе составляет 0...+2°C. Средняя температура самого тёплого месяца не превышает 15°C, самого холодного — от –10 до –20°C. Переход среднесуточной температуры через 0°C происходит 20...22 апреля, через 5°C – 20...23 мая. Сумма температур выше 10°C не превышает 1100°C. По влагообеспеченности район относится к зоне достаточного увлажнения (1000...1200 мм в год), с большим количеством осадков и пасмурных дней (до 75%). Характерной особенностью климата является обилие зимних осадков, большая высота снежного покрова и медленное таяние снега. Снеговой покров устанавливается в конце октября – начале ноября и удерживается до конца апреля – середины мая. Продолжительность вегетационного периода составляет 120...146 дней. (Белюрко и др., 1965; Ряховская и др., 2015) Метеорологические условия в годы исследований были разнообразны, что позволило более полно изучить особенности развития сеянцев жимолости и показатели качества их плодов в различающихся условиях окружающей среды.

Результаты и обсуждения

В результате многолетних исследований из общего количества изучаемых сеянцев жимолости выделено в элиту 24 формы, отличающиеся высокими показателями продуктивности и качества плодов (таблица 1). Элитные формы распределены по сроку созревания: наиболее ранним сроком плодоношения (21...22 июля) отличаются формы 44-8-12, 44-9-12, 44-13-12, 44-27-12, 44-28-12, 48-36-16, среднеранним сроком (22...25 июля) – 44-21-12, 44-36-12, 44-39-12, 44-40-12, 44-45-12, 44-46-12, 44-50-12, 48-9-16, 48-39-16, 48-40-16, 48-46-16, 48-50-16, 48-52-16, 48-61-16, 48-63-16. Среднее значение продуктивности у отборных форм составило 0,33 кг/куст. Наибольшая продуктивность – от 0,35 до 0,45 кг на куст – отмечена у 13 форм: № 44-21-12, 44-27-12, 44-36-12, 44-40-12 и др. Масса плода является одним из определяющих элементов продуктивности и товарных качеств жимолости, особую ценность представляют крупноплодные сорта с массой плодов более 1,0 г. Наибольшую массу от 1,0 до 1,3 г показали плоды 15 форм: № 44-27-12, 44-46-12, 44-50-12, 48-29-16 и др.

При полной спелости плодов проводили дегустацию выделившихся форм, где определяли характер вкуса. В результате выявлено, что плоды всех отборных форм отличаются хорошим и отличным вкусом с ароматом, без горечи, с оценкой 4,0...5,0 балла. Отличным, десертным вкусом, сладким или кисло-сладким, с оценкой 5,0 баллов характеризуются плоды 10 форм: № 44-8-12, 44-9-12, 44-39-12, 44-45-12 и др. Одним из важных признаков для селекционеров является привлекательность внешнего вида, которая определяется комплексной оценкой величины, одномерности и формы ягод. Крупные, выравненные по форме и величине, с привлекательной окраской, без разрывов кожицы плоды отмечены у 15 форм: № 44-9-12, 44-13-12, 44-27-12, 44-28-12 и др. Показатель осыпаемости плодов имеет большое технологическое значение, так как оказывает влияние на производительность труда при сборе урожая и полноту съёма ягод. По данным нашей оценки осыпаемость отсутствовала у 15 форм: № 44-8-12, 44-9-12, 44-13-12, 44-36-12 и др.

Количественное определение элементов химического состава плодов также является важной частью первичной оценки товарных и потребительских качеств жимолости.

Таблица 1 – Продуктивность и качество плодов жимолости (2017...2022 гг.)

№	Продуктив- ность, кг/куст	Масса 1 плода, г	Оценка вкуса, балл	Привлека- тельность, балл	Осыпаемость, балл	Аскорбиновая кислота, мг%	Растворимые сухие вещества, %
44-8-12	0,38	1,0	5,0	4,0	0	49,4	13,3
44-9-12	0,30	1,1	5,0	5,0	0	55,4	14,2
44-13-12	0,35	0,9	4,5	5,0	0	48,8	13,4
44-21-12	0,45	0,9	4,5	4,5	1,0	49,5	12,5
44-27-12	0,40	1,2	4,5	5,0	1,0	61,4	15,3
44-28-12	0,35	1,0	4,5	5,0	1,0	53,1	14,0
44-36-12	0,40	1,0	4,0	4,5	0	48,2	13,9
44-39-12	0,40	1,0	5,0	5,0	0	44,2	12,8
44-40-12	0,45	0,9	4,0	5,0	1,0	40,3	12,5
44-45-12	0,40	1,0	5,0	4,5	1,0	48,4	14,2
44-46-12	0,40	1,2	5,0	4,5	1,0	50,8	14,5
44-50-12	0,38	1,2	5,0	4,5	1,0	47,7	13,9
48-3-16	0,30	0,9	5,0	5,0	0	51,3	13,7
48-9-16	0,22	0,9	4,5	5,0	0	55,1	14,3
48-29-16	0,30	1,3	4,0	4,0	0	39,9	14,8
48-36-16	0,20	1,0	4,5	5,0	0	47,5	13,7
48-39-16	0,25	0,9	4,0	5,0	1,0	49,5	12,9
48-40-16	0,25	1,0	5,0	5,0	0	45,1	13,6
48-42-16	0,35	1,2	4,5	5,0	0	54,8	13,7
48-46-16	0,35	1,0	4,5	5,0	0	52,5	13,0
48-51-16	0,28	0,9	5,0	5,0	0	49,6	15,7
48-52-16	0,20	1,0	5,0	5,0	0	51,8	12,7
48-61-16	0,20	0,9	4,0	4,5	0	44,7	15,3
48-63-16	0,25	0,9	4,0	4,0	1,0	58,6	15,9
$\bar{x}$	0,33	1,0	4,6	4,8	0,4	49,9	13,9
max	0,45	1,3	5,0	5,0	1,0	61,4	15,9
min	0,20	0,9	4,0	4,0	0	39,9	12,5

Лабораторный анализ содержания аскорбиновой кислоты в плодах отборных форм жимолости выявил среднее значение, равное 49,9 мг%. Наибольшее накопление аскорбиновой кислоты — от 51,3 до 61,4 мг% — отметили у 10 форм: № 44-9-12, 44-27-12, 48-9-16, 48-63-16 и др. Определение содержания растворимого сухого вещества в плодах жимолости имеет большое значение, поскольку жимолость используется не только в свежем, но и в переработанном виде. Содержание растворимых сухих веществ показывает, насколько плоды насыщены крахмалом, кислотами и другими веществами и влияет на выход готовой продукции. Средний показатель содержания растворимых сухих веществ в плодах отборных форм составил 13,9%, наибольшее содержание от 13,9 до 15,9%, выявлено в плодах 12 форм: № 44-27-12, 48-51-16, 48-61-16, 48-63-16 и др.

Выводы

Анализ результатов многолетних исследований селекционного материала дикорастущей жимолости камчатской позволил выделить источники, характеризующиеся наиболее высокими селекционно-значимыми показателями.

По высокой продуктивности: 44-21-12, 44-40-12, 44-27-12, 44-36-12, 44-39-12, 44-45-12, 44-46-12, 44-8-12, 44-50-12, 44-13-12, 44-28-12, 48-42-16, 48-46-16.

С массой плода выше 1,0 г: 48-29-16, 44-27-12, 44-46-12, 44-50-12, 48-42-16, 44-9-12, 44-8-12, 44-28-12, 44-36-12, 44-39-12, 44-45-12, 48-36-16, 48-40-16, 48-46-16, 48-52-16.

По вкусовым качествам: 44-8-12, 44-9-12, 44-39-12, 44-45-12, 44-46-12, 44-50-12, 48-3-16,

48-40-16, 48-51-16, 48-52-16.

По привлекательности плодов: 44-9-12, 44-13-12, 44-27-12, 44-28-12, 44-39-12, 44-40-12, 48-3-16, 48-9-16, 48-36-16, 48-39-16, 48-40-16, 48-42-16, 48-46-16, 48-51-16, 48-52-16.

По неосыпаемости: 44-8-12, 44-9-12, 44-13-12, 44-36-12, 44-39-12, 48-3-16, 48-9-16, 48-29-16, 48-36-16, 48-40-16, 48-42-16, 48-46-16, 48-51-16, 48-52-16, 48-61-16.

По содержанию аскорбиновой кислоты: 44-27-12, 48-63-16, 44-9-12, 48-9-16, 48-42-16, 44-28-12, 48-3-16, 48-46-16, 48-52-16, 44-46-12

По содержанию сухих растворимых веществ: 48-63-16, 44-27-12, 48-51-16, 48-61-16, 48-29-16, 44-46-12, 48-9-16, 44-9-12, 44-45-12, 44-28-12, 44-36-12, 44-50-12.

Благодарности

Статья написана на основе результатов научно-исследовательской работы по теме государственного задания № FNNW-2022-0004.

The article is written on the basis of the results of research work on the topic of the state assignment № FNNW-2022-0004.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Белюрко Л.Н., Соколов Л.Н., Гурьянов Г.К. Агроклиматический справочник по южным районам Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Дальневост. кн. изд-во, 1965. 79 с.
2. Белосохов Ф.Г., Белосохова О.А., Кондратьев А.В. Генетические ресурсы жимолости и их использование в селекции // Садоводство и виноградарство. 2006. № 3. С. 12-13. EDN: [MGUHSV](#)
3. Белосохов Ф.Г., Белосохова О.А. Итоги селекции жимолости синей (*Lonicera caerulea*) // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2012. № 1-1. С. 45-47. EDN: [PEJJVB](#)
4. Ильин В.С., Ильина Н.А. Жимолость синяя – надежная ягодная культура северных садов России // Современное садоводство. 2013. №3. С. 55-61. EDN: [SEIEYL](#)
5. Козак Н.В., Имамкулова З.А., Куликов И.М., Медведев С.М. Источники хозяйственно ценных признаков коллекционных образцов жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) // Садоводство и виноградарство. 2018. № 1. С. 16-23. <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.1.10498>. EDN: [YRGNWV](#)
6. Куклина А.Г., Сорокопудов В.Н., Упадышев М.Т. Состояние и перспективы селекции жимолости синей // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 5. С. 41-45. EDN: [ZWIFCR](#)
7. Макаров В.Н., Жбанова Е.В., Денисова А.В. Высоковитаминные сорта ягодных культур для переработки // Садоводство и виноградарство. №1. 2007. С.11-12. EDN: [HYJYXH](#)
8. Петруша Е.Н. Селекция нового сорта жимолости на основе камчатского генетического материала // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 4. С. 19-20. EDN: [QAFNEL](#)
9. Петруша Е.Н. Хозяйственно-биологическая характеристика новых сортов жимолости селекции Камчатского НИИСХ // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. Т. 58. С. 273-278. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-58-273-278>. EDN: [BVQPCP](#)
10. Плеханова М.Н. Жимолость // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 444-457. EDN: [YHAQHF](#)

11. Плеханова М.Н. Итоги и перспективы селекции жимолости синей во ВНИИР им. Н.И. Вавилова // Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур: материалы международной научно-методической конференции. Воронеж: Кварта, 2003. С. 112-116.
12. Плеханова М.Н. Селекция жимолости // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1995. С. 483-491. EDN: [RZBPZC](#)
13. Ряховская Н.И., Гордусенко Е.В., Власенко Г.П., Гайнатулина В.В., Стружкина Т.М., Дахно О.А., Шалагина Н.М., Сосновская Т.Н., Петруша Е.Н., Дахно Т.Г., Иващенко Н.Н., Кочнева М.Б. Система земледелия Камчатского края. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. 252 с.
14. Хохрякова Л.А., Пугач В.А. Оценка отборных форм жимолости синей (*Lonicera caerulea* Rehd.) алтайской селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022. № 7. С. 40-46. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-213-7-40-46>. EDN: [OPPQMY](#)
15. Хохрякова Л.А. Перспективы селекции жимолости // Современные направления развития садоводства в Сибири: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Барнаул: Азбука, 2022. С. 136-140. EDN: [QBMWTP](#)

References

1. Belyurko, L.N., Sokolov, L.N., & Guryanov, G.K. (1965). *Agro-climatic guide to the southern regions of Kamchatka*. Petropavlovsk-Kamchatsky: Far Eastern Publishing House. (In Russian).
2. Belosokhov, F.G., Belosokhova, O.A., & Kondratyev, A.V. (2006). Genetic resources of honeysuckle and their use in breeding. *Horticulture and viticulture*, 3, 12-13. EDN: [MGUHSV](#) (In Russian).
3. Belosokhov, F.G., & Belosokhova O.A. (2012). Results of breeding of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea*). *The Bulletin of Michurinsk state agrarian university*, 1-1, 45-47. EDN: [PEJJVB](#) (In Russian).
4. Ilyin, V.S., & Ilyina, N.A. (2013). Honeysuckle blue – a reliable berry crop of northern Russian gardens. *Contemporary horticulture*, 3, 55-61. EDN: [SEIEYL](#) (In Russian, English abstract).
5. Kozak, N.V., Imamkulova, Z.A., Kulikov, I.M., & Medvedev, S.M. (2018). Sources of economically valuable characteristics of collection samples of honeysuckle blue (*Lonicera caerulea* L.). *Horticulture and viticulture*, 1, 16-23. <https://doi.org/10.25556/VSTISP.2018.1.10498>. EDN: [YRGNWV](#) (In Russian, English abstract).
6. Kuklina, A.G., Sorokopudov, V.N., & Upadyshev, M.T. (2017). Current state and trends of selection of the sweet-berry honeysuckle. *Vestnik of the russian agricultural science*, 5, 41-45. EDN: [ZWIFCR](#) (In Russian, English abstract).
7. Makarov, V.N., Zhbanova, E.V., & Denisova, A.V. (2007). High-vitamin varieties of berry crops for processing. *Horticulture and viticulture*, 1, 11-12. EDN: [HYJYXH](#) (In Russian).
8. Petrusha, E.N. (2015). Breeding the new variety of the honeysuckle on the basis of Kamchatka genetic material. *Vestnik of the russian agricultural science*, 4, 19-20. EDN: [QAFNEL](#) (In Russian).
9. Petrusha, E. N. (2019). Economic biological characteristic of new grades of a honeysuckle of selection of the Kamchatka Scientifically Research Institute of Agriculture. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 58, 273-278. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-58-273-278>. EDN: [BVQPCP](#) (In Russian, English abstract).

10. Plekhanova, M.N. (1999). Honeysuckle. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 444–457). Orel: VNIISPK. EDN: [YHAQHF](#) (In Russian).
11. Plekhanova, M.N. (2003) Results and prospects of blue honeysuckle breeding at N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry. In *State and prospects of development of non-traditional horticultural crops: Proc. Sci. Conf.* (pp. 112-116). Voronezh: Kvarta. (In Russian).
12. Plekhanova, M.N. (1995). Honeysuckle breeding. In E.N. Sedov (Ed.), *Program and methods fruit, berry and nut crop breeding* (pp. 483-491). Orel: VNIISPK. EDN: [RZBPZC](#) (In Russian).
13. Ryahovskaya, N.I., Gordusenko, E.V., Vlasenko, G.P., Gaynatulina, V.V., Struzhkina, T.M., Dakhno, O.A., Shalagina, N.M., Sosnovskaya, T.N., Petrusha, E.N., Dakhno, T.G., Ivashchenko, N.N., & Kochneva, M.B. (2015). *The system of agriculture of the Kamchatka Region*. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress. (In Russian).
14. Khokhryakova, L.A., & Pugach, V.A. (2022). Evaluation of selected forms of blue-berried honeysuckle (*Lonicera caerulea* Rehd.) developed in the Altai region. *Bulletin of Altai state agricultural university*, 7, 40-46. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-213-7-40-46>. EDN: [OPPQMY](#) (In Russian, English abstract).
15. Khokhryakova, L.A. (2022). Prospects for honeysuckle breeding. In *Modern directions of horticulture development in Siberia: proc. sci. conf.* (pp. 136-140). Barnaul: Azbuka. EDN: [QBMWTP](#) (In Russian).

Авторы:

Елена Николаевна Петруша, старший научный сотрудник, Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, petrusha1960@inbox.ru

Елена Анатольевна Русакова, младший научный сотрудник, Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, rubusarcticus@mail.ru

Authors details:

Elena Petrusha, senior researcher at The Kamchatka Scientific Research Institute of Agriculture, petrusha1960@inbox.ru

Elena Rusakova, junior researcher at The Kamchatka Scientific Research Institute of Agriculture, rubusarcticus@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И КРУПНОПЛОДНОСТИ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ (*LONICERA CAERULEA* L.) В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Н.С. Евтушенко , А.В. Шмыгов

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 620142, ул. Белинского, 112а, г. Екатеринбург, Россия, sadovodnauka@mail.ru

Аннотация

Жимолость синяя (*Lonicera caerulea* L., Caprifoliaceae) – ягодная культура, активно завоевывающая мировые рынки. Агроэкологическая оценка сортимента жимолости синей в климатических условиях Среднего Урала позволит рекомендовать наиболее перспективные сорта для товарного и любительского садоводства региона. Приведены результаты изучения продуктивности и крупноплодности 28 сортов жимолости синей за первые пять лет плодоношения в условиях Среднего Урала. Исследования выполнены в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур». За пять лет плодоношения средняя продуктивность (1,1...2,0 кг/куст) наблюдалась у 13 сортов. Выявлено 11 сортов (Волхова, Звёздочка, Ивушка, Ленинградский великан, Маша, Морена, Павловская, Сильгинка, Синичка, Славянка, Югана), продуктивность которых (1,19...2,01 кг/куст) находилась на уровне контрольного сорта Лазурит (1,68 кг/куст). Продуктивность остальных 17 сортов была существенно ниже контроля. С началом вступления культуры в промышленное плодоношение продуктивность возросла в среднем на 114%. За три года промышленного плодоношения высокий урожай получен у семи сортов (25%): Волхова, Звёздочка, Лазурит, Морена, Сильгинка, Синичка, Югана. Средний у – 16 сортов (57%). В условиях Среднего Урала установлены сильная положительная корреляционная связь между средней массой плода жимолости синей и количеством осадков в первую декаду июня (коэффициент корреляции 0,92), в среднем по культуре, и сильная отрицательная зависимость между температурой воздуха в третью декаду мая и средней массой плода ($r = -0,94$), в среднем по культуре, существенные при 5% уровне значимости. За пять лет изучения очень крупные плоды наблюдались у сортов Бакчарский Великан, Дочь Великана, Сувенир, Югана (1,31...1,44 г), крупные – плоды сортов Бакчарская Юбилейная, Восторг, Гордость Бакчара, Звёздочка, Ивушка, Избранница, Лазурит (контроль), Морена, Омега, Павловская, Сильгинка и Содружество (0,96...1,18 г).

Ключевые слова: жимолость синяя, *Lonicera caerulea* L., сорта, сортоизучение, продуктивность, масса плода, погодные условия

STUDYING THE PRODUCTIVITY AND LARGE FRUIT SIZE OF BLUE HONEYSUCKLE (*LONICERA CAERULEA* L.) IN THE MIDDLE URALS

N.S. Evtushenko , A.V. Shmygov

Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science, Belinskogo Street, 112a, Ekaterinburg, Russia 620142, sadovodnauka@mail.ru

Abstract

Blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L., Caprifoliaceae) is a promising berry crop, actively conquering world markets. The study of wide assortment of blue honeysuckle cultivars in the climatic conditions of the Middle Urals will allow recommending perspective cultivars for commercial

and amateur gardening. The results of study of productivity of 28 cultivars of blue honeysuckle in the first five years of yielding in the conditions of the Middle Urals are given in the article. The research was carried out in accordance with "Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops". During five year fruiting, medium productivity (1.1—2.0 kg/bush) was observed in 13 cultivars. It was revealed, that average yield (1.19—2.01 kg/bush) of 11 cultivars (Volhova, Zvyozdochka, Ivushka, Leningradskiy Velikan, Masha, Morena, Pavlovskaya, Silginka, Sinichka, Slavyanka, Yugana) was on the level of the control cultivar Lazurit (1.68 kg/bush). The yield of the rest of 17 cultivars was significantly lower than in the control. With the beginning of entry in industrial fruiting, the average yield of the crop increased by 114%. During three years of industrial fruiting, high yield was received from 7 cultivars (25%): Volhova, Zvyozdochka, Lazurit, Morena, Silginka, Sinichka, Yugana and medium yield was received from 16 cultivars (57%). In the conditions of the Middle Urals, on average for the crop, a strong positive correlation between the average fruit weight of blue honeysuckle and the quantity of precipitations in the first decade of June (coefficient of correlation was 0.92) and a negative link between the air temperature in the third decade of May and the average fruit weight ($r = -0.94$) of the crop were found at the 5% level of significance. During five year study, the fruits of the cultivars Bakcharskiy Velikan, Doch Velikana, Suvenir and Yugana were very large (1.31—1.44 g); the fruits of the cultivars Bakcharskaya Yubileynaya, Vostorg, Gordost Bakchara, Zvyozdochka, Ivushka, Izbrannitsa, Lazurit (control cultivar), Morena, Omega, Pavlovskaya, Silginka and Sodruzhestvo were large (0.96—1.18 g).

Key words: blue honeysuckle, *Lonicera caerulea* L., cultivars, variety investigation, productivity, fruit weight, weather conditions

Введение

Жимолость синяя (*Lonicera caerulea* L., Caprifoliaceae) – перспективная ягодная культура для промышленного возделывания во многих регионах России (Ильин, Ильина, 2007; Брыксин, 2010; Савинкова, Гагаркин, 2013; Евтушенко, 2016; Головунин, 2022; Зарипова, Давлетов, 2022). Благодаря государственной политике Российской Федерации по субсидированию промышленных закладок плодово-ягодных культур, приобретает все более значимую роль среди промышленных посадок ягодников в нашей стране. По имеющимся литературным источникам, общая площадь производственных насаждений жимолости синей в РФ составляет примерно 1 тыс. га (Czernienko, 2019) и отмечена тенденция ее роста. На Урале имеются три хозяйства с производственными посадками жимолости синей. В Челябинской области это «Сады России» и «Григорьевские сады», в Свердловской области «ИП Шкляр» с общей площадью, занятой под культурой жимолости синей, около 70 га.

На Свердловской селекционной станции садоводства в предыдущие годы было проведено коллекционное изучение 26 сортов жимолости синей более ранних этапов селекции (Евтушенко, 2016), из которых выделены лучшие и рекомендованы к возделыванию в Уральском регионе. Среди выделившихся сортов и сорт селекции станции Полянка Котова, который по результатам изучения включен в Госреестр селекционных достижений и допущен к использованию в РФ (Евтушенко, Котов, 2020; Госреестр, 2022). В настоящее время благодаря продуктивной работе российских селекционеров районированный сортимент жимолости синей значительно обновился и требует проверки в агроклиматических условиях Среднего Урала для выделения новых перспективных сортов жимолости синей товарного и любительского назначения, а также для селекционных целей.

Цель исследований – оценка сортов жимолости синей по продуктивности и крупноплодности в условиях Среднего Урала, выделение сортов, пригодных для формирования адаптивного уральского сортимента товарного и любительского назначения, а также для селекционных задач. Анализ влияния погодных условий на величину плодов жимолости синей.

Объекты и методы исследований

Объекты исследования – 28 интродуцированных сортов жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) различного генетического и географического происхождения в коллекции Свердловской селекционной станции садоводства – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (таблица 1).

Таблица 1 – Объекты исследований, по данным Госреестра и (Пигуль, Шалкевич, 2013; Пигуль, Шалкевич, 2019; Жимолость, 2022; Сорта, 2022)

Оригинатор	Сортообразец
ЮУНИИСК – филиал УрФАНИЦ УрО РАН	Лазурит – контроль
ФГБНУ ФИЦ ВИР им. Н.И. Вавилова	Авача, Альтаир, Волхова, Десертная, Звёздочка, Ивушка, Избранница, Лебёдушка, Ленинградский великан, Маша, Морена, Омега, Павловская, Славянка, Снегирь, Содружество, Соловей, Сувенир
ОГУП «Бакcharское»	Бакcharская Юбилейная, Бакcharский Великан, Восторг, Гордость Бакcharа, Дочь Великана, Сильгинка, Содружество, Югана
Главный ботанический сад РАН им. Н.В. Цицина	Синичка
РУП «Институт плодоводства», Республика Беларусь	Зинри

Растения высажены на постоянное место в 2016 году. Для посадки использовали двухлетние саженцы, выращенные из зелёных черенков. Схема посадки 4,0 × 1,2 м. Почвы дерново-подзолистые, тяжелосуглинистые. Участок на богаре. (Агроклиматические ресурсы, 1978).

Исследования выполнены в соответствии с методикой М.Н. Плехановой (1999). Обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа (Блинова Е.Е., Огольцова Т.П., 1999; Доспехов, 1973) с использованием MSExcel. Для оценки существенности различий принимался уровень значимости, равный 5%.

Удельная продуктивность рассчитана для пятилетних кустов, урожая 2021 г. в килограммах на кубический метр кроны (кг/м³). Объём кроны вычисляли, перемножая высоту куста, ширину куста поперёк ряда и ширину куста вдоль ряда.

Условия проведения опыта

Работа выполнена на уникальной научной установке коллекции живых растений открытого грунта «Генофонд плодовых, ягодных и декоративных культур на Среднем Урале» (г. Екатеринбург). Климатические условия Уральского региона благоприятны для возделывания жимолости синей (Евтушенко и др., 2022). Климат области континентальный, с продолжительной и холодной зимой и коротким, сравнительно теплым летом. (Соломина, Степанов, 1957; Агроклиматические ресурсы, 1978).

Цветение жимолости синей во все годы исследования было хорошим. Степень плодоношения соответствовала степени цветения, что свидетельствует о благоприятных климатических условиях для плодоношения жимолости синей. Начало цветения проходило в сроки 5...17 мая, конец цветения 15...31 мая. Созревание наблюдалось с 24 мая по 30 июня. Осеннего пробуждения почек не отмечено за все годы исследования.

Результаты и их обсуждение

Результаты изучения продуктивности жимолости синей за 5 лет приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Продуктивность жимолости синей (год посадки 2016), кг/куст

Сорт	Продуктивность, кг/куст						Средняя за 2020...2022 гг.
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Средняя за 2018...2022 гг.	
Лазурит – контроль	0,30	1,00	2,40	2,88	1,80	1,68	2,36
Синичка	0,36	1,16	2,20	3,25	3,10	2,01*	2,85
Морена	0,20	0,91	1,60	2,33	2,60	1,53*	2,18
Волхова	0,29	0,83	1,70	2,31	2,40	1,51*	2,14
Югана	0,20	1,10	1,60	2,36	2,30	1,51*	2,09
Сильгинка	0,38	0,54	2,40	1,85	2,35	1,50*	2,20
Звёздочка	0,20	0,80	1,40	2,65	2,20	1,45*	2,08
Павловская	0,31	0,86	1,90	2,02	2,10	1,44*	2,01
Маша	0,20	0,66	2,00	1,33	2,70	1,38*	2,01
Славянка	0,24	0,80	1,30	2,02	1,80	1,23*	1,71
Ивушка	0,20	0,76	0,80	1,58	2,65	1,20*	1,68
Ленинградский великан	0,19	0,54	1,50	1,92	1,80	1,19*	1,74
Сувенир	0,14	0,40	1,40	1,45	2,10	1,10	1,65
Десертная	0,05	0,55	1,00	1,30	2,30	1,04	1,53
Снегирь	0,20	0,48	1,40	1,31	1,80	1,04	1,50
Омега	0,15	0,43	0,90	1,63	1,90	1,00	1,48
Зинри	0,11	0,80	0,90	1,07	2,10	1,00	1,36
Гордость Бакчара	0,23	0,20	0,60	1,55	2,10	0,94	1,42
Бакчарский Великан	0,18	0,42	1,40	1,41	1,30	0,94	1,37
Бакчарская Юбилейная	0,20	0,16	0,40	1,58	2,10	0,89	1,36
Альтаир	0,18	0,57	0,80	1,58	1,15	0,86	1,18
Дочь Великана	0,20	0,49	1,30	0,95	1,10	0,81	1,12
Содружество	0,29	0,46	1,10	1,02	1,20	0,81	1,11
Авача	0,30	0,42	1,30	0,92	1,00	0,79	1,07
Избранница	0,20	0,40	0,70	1,75	0,60	0,73	1,02
Восторг	0,35	0,60	0,90	0,78	0,60	0,65	0,76
Лебёдушка	0,10	0,14	0,30	0,36	1,10	0,40	0,59
Соловей	0,14	0,16	0,40	0,28	0,50	0,30	0,39
НСР ₀₅ сорт						0,50	
среднее по году	0,22	0,59	1,27	1,62	1,81	1,10	1,57
НСР ₀₅ год			0,21				

Примечание – Знаком «*» обозначены сорта, не отличающиеся существенно от контроля.

На второй год после посадки изучаемые сорта жимолости синей ещё не вступили в промышленное плодоношение, на третий год промышленный урожай (0,8 кг/куст) был получен у 32% сортов, на четвёртый – у 82%. на пятый – у 93%. Сорт Лебёдушка дал хозяйственно-значимый урожай на шестой год после посадки, сорт Соловей не вступил в промышленное плодоношение на протяжении изученного периода ввиду угнетенного

состояния растений. Наиболее скороплодными оказались сорта Волхова, Звёздочка, Зинри, Лазурит, Морена, Павловская, Синичка, Славянка, Югана.

За 5 лет плодоношения средняя продуктивность сортов варьировала в диапазоне от 0,30 кг/куст (Соловей) до 2,01 кг/куст (Синичка). Высокопродуктивных сортов не выявлено. У 53,6% сортов продуктивность средняя – 1,1...2,0 кг/куст, у 39,3% – ниже средней (0,5...1,0), у остальных сортов – низкая (менее 0,5).

Дисперсионный анализ не выявил сортов, продуктивность которых существенно превышала бы продуктивность контрольного сорта Лазурит, хотя у сорта Синичка этот показатель был выше контроля. У сортов Волхова, Звёздочка, Ивушка, Ленинградский великан, Маша, Морена, Павловская, Сильгинка, Синичка, Славянка, Югана продуктивность находилась на уровне контроля или существенно от нее не отличалась. Продуктивность остальных сортов была существенно ниже контрольного сорта.

Дисперсионный анализ не выявил различий по средней продуктивности культуры между 2021 и 2022 годами, но выявил различия во всех других парах годов. Таким образом, в течение 5 лет после посадки наблюдался значительный рост продуктивности в среднем по культуре, после этого года рост несколько снизился и, согласно дисперсионному анализу, оказался несущественным.

При вступлении большинства сортов в период промышленного плодоношения в 2020 году продуктивность жимолости синей увеличилась с 0,59 до 1,27 кг/куст, в среднем по культуре ее рост составил 114%.

Продуктивность жимолости синей при возделывании в разных регионах различается. Так, средняя продуктивность сорта Лазурит в Челябинской области составляет 0,9 кг/куст (Лёзин и др., 2020), что ниже наших показателей, возможно из-за меньшей обеспеченности Южного Урала осадками.

Продуктивность сортов селекции ОГУП «Бакчарское» Сильгинка, Бакчарский Великан, Гордость Бакчара, Бакчарская Юбилейная в условиях Среднего Урала оказалась ниже приведённой в литературных источниках для почвенно-климатических условий Томской области (соответственно 2,5 кг/куст, 3,1 кг/куст, 2,6 кг/куст, 3,2 кг/куст) (Савинкова, Гагаркин, 2013). Но сорта нашей коллекции еще не достигли полного плодоношения.

Средняя продуктивность сорта Содружество в условиях Башкортостана, по данным Зариповой и Давлетова, 1,0 кг/куст. (Зарипова, Давлетов, 2022), что выше продуктивности данного сорта в Свердловской области, скорее всего, по вышеуказанной причине.

Средняя продуктивность сортов Волхова, Славянка, Соловей, Сувенир, Содружество в условиях Среднего Урала составила соответственно 1,51 кг/куст, 1,23 кг/куст, 0,30 кг/куст, 1,10 кг/куст, 0,81 кг/куст, а в условиях Беларуси 1,1 кг/куст, 0,2 кг/куст, 0,2 кг/куст, 0,2 кг/куст, 0,3 кг/куст (Пигуль, Шалкевич, 2013). Можно предположить, что сорта Волхова и Содружество обладают более высокими адаптационными способностями, что позволяет им реализовывать генетический потенциал продуктивности в разных почвенно-климатических условиях.

Удельная продуктивность кустов на 5 год возделывания варьировала от 0,3 кг/м³ (сорт Лебедушка) до 4,3 кг/м³ (сорт Морена), то есть различалась в 14 раз. Показатель продуктивности (кг/куст) изменялся в зависимости от сорта также сильно – в 12 раз (таблица 3). Среди изученных сортов только у сорта Морена удельная продуктивность была выше, чем у контрольного сорта Лазурит.

Таблица 3 – Биометрия и удельная продуктивность сортов жимолости синей, 2021 г.

Сорт	Высота растения, м	Размер растения вдоль ряда, м	Размер растения поперёк ряда, м	Объём кроны, м ³	Удельная продуктивность, кг/м ³
Лазурит – контроль	0,89	1,00	1,08	0,96	3,0
Морена	0,90	0,80	0,75	0,54	4,3
Омега	0,83	0,93	0,75	0,58	2,8
Синичка	0,95	1,05	1,25	1,25	2,6
Павловская	0,80	1,00	1,05	0,84	2,4
Звёздочка	0,96	1,22	1,05	1,23	2,2
Избранница	0,80	1,00	1,10	0,88	2,0
Гордость Бакчара	0,85	0,95	1,02	0,82	1,9
Зинри	0,80	0,80	0,86	0,55	1,9
Бакчарская Юбилейная	0,90	0,90	1,07	0,87	1,8
Содружество	0,77	0,90	0,80	0,55	1,8
Восторг	0,80	0,70	0,80	0,45	1,7
Десертная	0,95	0,95	0,83	0,75	1,7
Ивушка	0,90	1,10	0,95	0,94	1,7
Сильгинка	0,91	1,05	1,14	1,09	1,7
Славянка	1,10	1,00	1,05	1,16	1,7
Югана	0,95	1,10	1,40	1,46	1,6
Волхова	1,16	1,08	1,21	1,52	1,5
Снегирь	1,05	1,00	0,85	0,89	1,5
Соловей	0,68	0,48	0,58	0,19	1,5
Бакчарский Великан	1,00	0,94	1,10	1,03	1,4
Дочь Великана	0,75	1,00	0,90	0,68	1,4
Ленинградский великан	0,90	1,25	1,30	1,46	1,3
Сувенир	0,97	1,05	1,10	1,12	1,3
Альтаир	1,10	1,10	1,10	1,33	1,2
Маша	0,95	1,15	1,05	1,15	1,2
Авача	0,87	1,15	1,20	1,20	0,8
Лебедушка	1,05	0,95	1,05	1,05	0,3

За годы исследований средняя масса плодов существенно превышала контроль у сортов Бакчарский Великан, Дочь Великана, Избранница, Сувенир, Югана (таблица 4). У сортов Альтаир, Волхова, Десертная, Лебедушка, Маша, Синичка, Славянка, Снегирь, Соловей средняя масса плодов была существенно ниже, чем у контрольного сорта. У остальных сортов средняя масса плода существенно не отличалась от контроля. Плоды четырех сортов (Бакчарский Великан, Дочь Великана, Сувенир, Югана) можно охарактеризовать как очень крупные (более 1,2 г); двенадцати сортов (Бакчарская Юбилейная, Восторг, Гордость Бакчара, Звёздочка, Ивушка, Избранница, Лазурит (контроль), Морена, Омега, Павловская, Сильгинка, Содружество) – как крупные (1,0...1,2 г); у остальных сортов – как средние (0,7...0,9 г).

Дисперсионный анализ не выявил различий по средней массе плода между 2018 и 2022 годами и между 2020 и 2021 годами ввиду сходных погодных условий в период созревания плодов, но выявил различия во всех других парах годов. Дисперсионный анализ показал значимость различий по средней массе плода между сортами.

В условиях Беларуси у сортов Волхова, Славянка, Соловей, Сувенир, Содружество средняя масса плодов составляла соответственно, 0,91 г, 0,74 г, 0,80 г, 0,82 г, 1,05 г, что, за исключением сорта Волхова, ниже, чем в наших исследованиях (Пигуль, Шалкевич, 2013).

Таблица 4 – Масса плодов жимолости синей (год посадки 2016), г

Сорт	Средняя масса плода, г					Среднее за 2018...2022 гг.	Максимальная масса плода в 2022 г., г
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.		
Лазурит – контроль	1,08	1,08	0,86	0,88	1,24	1,03±0,16	1,4
Бакчарский Великан *	1,74	1,42	1,17	1,24	1,64	1,44*±0,25	1,9
Дочь Великана *	1,54	1,58	1,00	1,02	1,60	1,35*±0,31	1,9
Югана *	1,62	1,52	1,16	1,04	1,40	1,35*±0,24	1,8
Сувенир *	1,65	1,36	0,96	1,06	1,52	1,31*±0,29	1,9
Избранница *	1,10	1,55	1,24	1,02	1,00	1,18*±0,23	1,3
Восторг	1,32	1,13	1,00	0,88	1,24	1,11±0,18	1,6
Морена	1,12	1,15	0,96	0,89	1,38	1,10±0,19	1,7
Ивушка	1,24	1,15	0,86	0,88	1,38	1,10±0,23	1,6
Содружество	1,36	1,14	0,96	0,74	1,28	1,10±0,25	1,5
Павловская	1,12	1,16	0,96	0,86	1,24	1,07±0,15	1,5
Сильгинка	1,22	1,11	1,04	0,72	1,24	1,07±0,21	1,5
Гордость Бакчара	0,92	0,91	1,00	1,14	1,22	1,04±0,14	1,8
Звёздочка	1,08	1,01	0,96	0,90	1,10	1,01±0,08	1,3
Бакчарская Юбилейная	0,98	0,86	0,96	0,92	1,16	0,98±0,11	1,3
Омега	1,24	1,04	0,60	0,86	1,08	0,96±0,24	1,4
Ленинградский великан	1,06	0,98	0,88	0,70	1,08	0,94±0,16	1,3
Зинри	1,07	1,06	0,72	0,68	1,08	0,92±0,20	1,6
Авача	1,28	0,72	0,78	0,76	0,96	0,90±0,23	1,2
Десертная **	1,10	0,84	0,76	0,54	0,90	0,83**±0,20	1,1
Синичка **	0,96	0,87	0,84	0,64	0,86	0,83**±0,12	1,1
Соловей **	0,96	0,78	0,65	0,68	1,04	0,82**±0,17	1,3
Альтаир **	1,00	0,97	0,64	0,50	0,88	0,80**±0,22	1,1
Славянка **	0,92	0,86	0,62	0,70	0,88	0,80**±0,13	1,0
Лебедушка **	0,80	0,84	0,60	0,58	1,00	0,76**±0,18	1,3
Маша **	0,72	0,68	0,72	0,71	0,94	0,75**±0,11	1,1
Волхова **	0,92	0,76	0,56	0,64	0,88	0,75**±0,15	1,0
Снегирь **	0,96	0,66	0,60	0,50	0,68	0,68**±0,17	0,9
НСР ₀₅ сортов	-	-	-	-	-	0,15	
$\bar{x}$	1,15	1,04	0,86	0,81	1,14	1,00	
НСР ₀₅ лет			0,06			-	

Примечания: * – существенно выше контроля (сорт Лазурит); ** – существенно ниже контроля.

Однако для большинства сортов жимолости синей, возделываемых в других регионах, максимальная масса плода была выше, чем в условиях Среднего Урала, что, скорее всего, связано с меньшим количеством осадков в нашем регионе (Ильин, Ильина, 2006; Савинкова, Гагаркин, 2013; Лёзин и др., 2020; Головунин, 2022; Ильин, 2022).

Данные по средней массе плода были сопоставлены с данными по количеству осадков и температуре воздуха по декадам (таблица 5).

Установлена сильная отрицательная корреляционная связь в среднем по культуре между температурой воздуха в 1...3 декадах мая и средней массой плода жимолости синей (коэффициент корреляции $r = -0,94 \dots -0,74$). Из них существенной при 5% уровне значимости является корреляционная связь только для третьей декады мая ($r = -0,94$). Для сортов Бакчарская Юбилейная, Гордость Бакчара, Избранница, Маша температурные условия мая не оказывают значительного влияния на формирование плодов.

Таблица 5 – Коэффициенты корреляции (r) средней массы плода жимолости синей с метеороусловиями мая – июня.

Сорт	Коэффициенты корреляции									
	Σ осадков, мм					t средняя, °C				
	Май			Июнь		Май			Июнь	
	1 дек.	2 дек.	3 дек.	1 дек.	2 дек.	1 дек.	2 дек.	3 дек.	1 дек.	2 дек.
Лазурит – контроль	0,80	0,85	0,58	0,97	0,32	-0,50	-0,67	-0,78	-0,31	-0,27
Авача	0,43	-0,04	0,21	0,55	0,45	-0,98	-0,45	-0,62	-0,93	-0,50
Альтаир	0,34	0,63	0,14	0,74	-0,05	-0,58	-0,90	-0,97	-0,61	-0,81
Бакчарская Юбилейная	0,72	0,46	0,96	0,75	0,39	-0,53	-0,28	-0,32	-0,06	0,27
Бакчарский Великан	0,72	0,46	0,34	0,86	0,48	-0,84	-0,64	-0,82	-0,77	-0,49
Волхова	0,77	0,51	0,32	0,87	0,52	-0,76	-0,60	-0,80	-0,72	-0,45
Восторг	0,51	0,54	0,39	0,86	0,15	-0,83	-0,86	-0,96	-0,73	-0,68
Гордость Бакчара	0,61	0,18	0,65	0,23	0,54	0,11	0,43	0,39	0,46	0,87
Десертная	0,29	0,39	0,26	0,72	0,00	-0,85	-0,88	-0,95	-0,79	-0,81
Дочь Великана	0,61	0,77	0,28	0,86	0,19	-0,49	-0,76	-0,88	-0,48	-0,55
Звёздочка	0,62	0,68	0,59	0,95	0,17	-0,77	-0,84	-0,93	-0,56	-0,52
Зинри	0,57	0,75	0,30	0,87	0,14	-0,56	-0,82	-0,93	-0,53	-0,62
Ивушка	0,79	0,77	0,54	0,98	0,35	-0,62	-0,70	-0,83	-0,46	-0,36
Избранница	-0,56	0,28	-0,48	-0,20	-0,75	0,44	-0,38	-0,24	0,17	-0,55
Лебёдушка	0,74	0,90	0,60	0,96	0,21	-0,44	-0,71	-0,79	-0,24	-0,28
Ленинградский великан	0,45	0,71	0,52	0,89	-0,04	-0,70	-0,94	-0,98	-0,51	-0,64
Маша	0,77	0,62	0,95	0,77	0,37	-0,34	-0,25	-0,28	0,12	0,36
Морена	0,73	0,91	0,71	0,97	0,17	-0,45	-0,71	-0,77	-0,18	-0,22
Омега	0,70	0,39	0,05	0,71	0,57	-0,64	-0,47	-0,70	-0,74	-0,47
Павловская	0,57	0,89	0,53	0,93	0,01	-0,47	-0,86	-0,90	-0,31	-0,48
Сильгинка	0,33	0,68	0,53	0,84	-0,16	-0,68	-0,97	-0,96	-0,48	-0,67
Синичка	0,07	0,44	0,24	0,63	-0,29	-0,70	-0,96	-0,95	-0,63	-0,87
Славянка	0,69	0,57	0,16	0,81	0,42	-0,61	-0,63	-0,81	-0,66	-0,53
Снегирь	0,25	0,12	0,05	0,56	0,16	-0,90	-0,71	-0,83	-0,94	-0,80
Содружество	0,47	0,60	0,41	0,87	0,07	-0,79	-0,90	-0,98	-0,67	-0,70
Соловей	0,84	0,62	0,61	0,97	0,49	-0,76	-0,61	-0,77	-0,55	-0,27
Сувенир	0,69	0,51	0,26	0,85	0,43	-0,77	-0,67	-0,85	-0,75	-0,55
Югана	0,32	0,52	0,05	0,69	0,01	-0,63	-0,86	-0,95	-0,71	-0,85
Среднее по культуре	0,63	0,66	0,41	0,92	0,23	-0,74	-0,82	-0,94	-0,63	-0,59

Также установлена сильная положительная корреляционная связь в среднем по культуре между средней массой плода жимолости синей и количеством осадков в первую декаду июня (коэффициент корреляции равен 0,92, что существенно). Однако для сортов Авача, Синичка, Снегирь данная корреляционная связь оказалась средней, для сорта Гордость Бакчара – слабой положительной, для сорта Избранница – слабой отрицательной. Установлено, что коэффициенты корреляции между средней массой плода жимолости синей и количеством осадков в мае в среднем по культуре положительны, но несут незначительный вклад. Связь количества осадков и средней массы плода в вторую декаду июня, в среднем по культуре, была слабой и незначительной.

Заключение

Наиболее скороплодными оказались сорта Волхова, Звёздочка, Зинри, Лазурит, Морена, Павловская, Синичка, Славянка, Югана, которые вступили в промышленное плодоношение на третий год после посадки. Три сорта Лазурит, Сильгинка, Синичка достигли высокого уровня продуктивности (2,1 кг/куст) на пятый год после посадки. Продуктивность жимолости

синей нарастала ежегодно. За пять лет она увеличилась в 8 раз, с 0,22 кг/куст (второй год после посадки) до 1,81 кг/куст (шестой год).

По результатам 5-летнего изучения высокопродуктивных сортов не выявлено. У 53,6% сортов продуктивность средняя – 1,1...2,0 кг/куст, у 39,3% – ниже средней (0,5...1,0), у остальных сортов – низкая (менее 0,5). Сорта, продуктивность которых существенно превышала бы контрольный сорт Лазурит, также не выявлено. У одиннадцати сортов Волхова, Звёздочка, Ивушка, Ленинградский великан, Маша, Морена, Павловская, Сильгинка, Синичка, Славянка, Югана продуктивность была на уровне контрольного сорта или существенно от него не отличалась.

На четвертый год после посадки, при вступлении большинства сортов жимолости синей в период промышленного плодоношения средняя продуктивность жимолости синей увеличилась с 0,59 до 1,27 кг/куст, в среднем по культуре ее рост составил 114%.

Высокая продуктивность на 3 год плодоношения наблюдалась только у трех сортов Лазурит, Сильгинка, Синичка. В среднем за 2020...2022 гг., с начала вступления культуры в промышленное плодоношение, высокая продуктивность получена у семи сортов (25%): Волхова, Звёздочка, Лазурит, Морена, Сильгинка, Синичка, Югана, средняя – у 16 сортов (57 %).

Наибольшей удельной продуктивностью из исследованных сортов характеризовался сорт Морена – 4,3 кг/м³.

В условиях Среднего Урала сорта Бакчарский Великан, Дочь Великана, Сувенир, Югана характеризовались очень крупными плодами, 12 сортов – крупными, остальные сорта – средними. Средняя масса плодов у пяти сортов (Бакчарский Великан, Дочь Великана, Избранница, Сувенир, Югана) существенно превысила контрольный сорт.

Установлены сильная положительная корреляционная связь между средней массой плода жимолости синей и количеством осадков в первую декаду июня (коэффициент корреляции 0,92) и сильная отрицательная зависимость между температурой воздуха в третью декаду мая и средней массой плода ($r = -0,94$), существенные при 5% уровне значимости.

Благодарности

Исследования выполнены по государственному заданию НИОКР по направлению 4.1.2. Растениеводство, защита и биотехнология растений. Раздел 4.1.2.1 Поиск, сохранение, изучение генетических ресурсов растений и использование их в селекционном процессе при создании новых форм, сортов и гибридов сельскохозяйственных, лекарственных и ароматических культур. По теме «Адаптивная селекция ягодных культур пригодных для интенсивных технологий возделывания» (FNUW-2023-0003).

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Агроклиматические ресурсы Свердловской области. Л.: Гидрометеиздат. 1978. 158 с.
2. Блинова Е.Е., Огольцова Т.П. Дисперсионный анализ // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 545-570.
3. Брыксин, Д.М. Сладкая жимолость – гордость России. Челябинск: НПО «Сад и огород», Челябинский Дом печати, 2010. 112 с.
4. Головунин В.П. Некоторые результаты изучения приема мульчирования жимолости синей в условиях Республики Марий Эл // Актуальные направления развития культуры

- жимолости в современных условиях: сборник трудов конференции. Воронеж: Кварта, 2022. С. 45-49.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорты растений (Официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022.
 6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1973. 336 с.
 7. Евтушенко Н.С. Жимолость – ведущая культура для северного садоводства // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2016. Т. 3, № 1. С. 42-44.
 8. Евтушенко Н.С., Котов Л.А. Новый сорт жимолости синей Полянка Котова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2020. № 60. С. 41-44. <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2020-13041>
 9. Евтушенко Н.С., Макаренко С.А., Шмыгов А.В. Селекционная оценка гибридных семей жимолости в условиях Среднего Урала // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022. № 7. С. 24-28. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-213-7-24-28>
 10. Жимолость сорт Авача. URL: <https://agropit.ru/сорт-авача/> (дата обращения 26.12.2022).
 11. Зарипова В.М., Давлетов А.М. Изучение интродуцированных сортов жимолости в условиях Башкортостана // Современные направления развития садоводства в Сибири: сборник материалов конференции. Барнаул, 2022. С. 41-46.
 12. Ильин В.С. Жимолость // Помология Урала: сорта плодовых, ягодных культур и винограда / под ред. С.А. Макаренко. М.: Наука, 2022. С. 245-267.
 13. Ильин В.С., Ильина Н.А. Жимолость синяя, облепиха. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2007. 372 с.
 14. Ильин В.С., Ильина Н.А. Результаты 35-летней работы по селекции ягодных культур // Состояние и перспективы развития ягодоводства в России: сборник конференции. Орел: ВНИИСПК, 2006. С. 122-128.
 15. Лёзин М.С., Лисукова Е.Н., Рутц А.В., Зыбалов В.С. Характеристика сортов жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) // Учёные записки Челябинского отделения Русского ботанического общества. Челябинск, 2020. Вып. 3. С. 115-122.
 16. Пигуль М.Л., Шалкевич М.С. Подбор исходного материала с комплексом признаков методом кластерного анализа для селекции *Lonicera caeruleae* L. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 131-134.
 17. Пигуль М.Л., Шалкевич М.С. Продуктивность жимолости синей (*Lonicera caeruleae* L.) // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 47-50.
 18. Плеханова М.Н. Жимолость // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 444-457.
 19. Савинкова Н.В., Гагаркин А.В. Сравнительная характеристика сортов жимолости сибирской селекции // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов. Материалы VI международного форума. В 2-х частях. Часть 2. Благовещенск – Хэйхэ – Харбин: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2013. С. 147-156.
 20. Соломина М.Я., Степанов Н.Д. Климатические условия Свердловской области // Краткий агроклиматический справочник по Свердловской области / под ред. Бабченко В.Н. Свердловск: Уральское управление гидрометслужбы, 1957. С. 4-31.
 21. Сорты жимолости, созданные на ОГУП «Бакcharское» // Бакcharские саженцы. URL: https://bakcharopss.ru/catalog/sorta_zhimolosti_sozdannye_na_ogup_bakcharskoe/ (дата обращения 21.12.2022).

22. Czernienko A. Trendy w rozwoju ogrodnictwa przemysłowego wickrzu w Rosji cena odmian pod kątem potrzeb rynkowych // III Międzynarodowa konferencja Kamczacka. Krakow: Hortus Media, 2019. P. 107-114.

References

1. Anonymous (1978). *Agroclimatic resource of the Sverdlovsk region*. Gidrometeoizdat. (In Russian).
2. Blinova, E.E. & Ogoltsova, T.P. (1999). Dispersion analysis. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 545-570). Orel: VNIISPK. (In Russian).
3. Bryksin, D.M. (2010). *Sweet-berry honeysuckle is the pride of Russia*. NPO "Garden and kitchen garden". Chelyabinsk Publishing House. (In Russian).
4. Golovunin, V.P. (2022). Some results of the study of the reception of sulfur film mulching in the conditions of the Republic Mari El. In *Current directions of the development of the crop of honeysuckle in the modern conditions: proc. sci. conf.* (pp. 45-49). I.V. Michurin FSC. Voronezh: Kvarta. (In Russian).
5. Ministry of Agriculture of the Russian Federation (2022). *State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Plant varieties (official publication)* (Vol. 1). Moscow: Rosinformagrotekh. (In Russian).
6. Dospekhov, B.A. (1973). *Methods of the field experiment (with the base of statistical processing of investigation results)*. Kolos. (In Russian).
7. Evtushenko, N.S. (2016). Honeysuckle is the leading culture for northern gardening. *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops*, 3(1), 42-44. (In Russian, English abstract).
8. Evtushenko, N.S., & Kotov, L.A. (2020). The new honeysuckle variety Polyanka Kotova. *Izvestiya Saint-Petersburg state agrarian university*, 3, 41-44. <https://doi.org/10.24411/2078-1318-2020-13041> (In Russian).
9. Evtushenko, N.S., Makarenko, S.A. & Shmygov, A.V. (2022). Breeding evaluation of hybrid honeysuckle families in the Middle Urals. *Bulletin of Altai state agricultural university*, 7, 24-28. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-213-7-24-28> (In Russian, English abstract).
10. Anonymous (2016). *Honeysuckle cultivar "Avacha"*. Retrieved from <https://agropit.ru/коп-авача/> (In Russian).
11. Zaripova, V.M., & Davletov, A.M. (2022). Study of introduced cultivars of honeysuckle in the conditions of Bashkortostan. In *Modern directions of the development of the gardening in Siberia. proc. sci. conf.* (pp. 41-46). Barnaul. (In Russian).
12. Ilyin, V.S. (2022). Honeysuckle. In S.A. Makarenko (Ed.), *Pomology of the Urals: Sorts of Fruit, Berry Crops and Grapes* (pp. 245-267). FFSBSI "Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences". (In Russian).
13. Ilyin, V.S., & Ilyina, N.A. (2007). *Blue honeysuckle, sea buckthorn*. South Ural Book Publishing House. (In Russian).
14. Ilyin, V.S., & Ilyina, N.A. (2006). The results of 35-year work in berry breeding. In *Condition and prospects of berry growing development in Russia: proc. sci. conf.* (pp. 122-128). Orel: VNIISPK. (In Russian, English abstract).
15. Lezin, M.S., Lisukova, E.N., Rutts, A.V., & Zybalov, V.S. (2020). Characteristic of varieties honeysuckle blue. *Scientific notes of the Chelyabinsk branch of the Russian Botanical society*, 3, 115-122. (In Russian, English abstract).
16. Pihul, M.L., & Shalkevich M.S. (2019). Selection of initial material with a complex of traits by the method of cluster analysis for breeding *Lonicera caeruleae* L. *Vestnik Belarusian state agricultural academy*, 1, 131-134. (In Russian, English abstract).

17. Pihul, M.L., & Shalkevich, M.S. (2013). Productivity of blue honeysuckle (*Lonicera caeruleae* L.). *Vestnik Belarusian state agricultural academy*, 2, 47-50. (In Russian, English abstract).
18. Plekhanova, M.N. (1999). Honeysuckle. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 444-457). Orel: VNIISPK. (In Russian).
19. Savinkova, N.V., & Gagarkin, A.V. (2013). Comparative description of honeysuckle cultivars of Siberian breeding. In *Guarding and rational usage of forest resources: proc. sci. conf.* (pp. 147-156). Blagoveshchensk - Heihe - Harbin: Far Eastern State Agrarian University. (In Russian).
20. Solomina, M.Ya., & Stepanov, N.D. (1957). Climatic conditions of the Sverdlovsk region. In Babchenko V.N. (Ed.), *Short agroclimatic reference book about the Sverdlovsk region* (pp. 4-31). Ural Hydrometeorological Service Department. (In Russian).
21. Anonymous (2022). *Cultivars of honeysuckle, those are created in the OGUP "Bakcharskoe"*. Retrieved from: https://bakcharopss.ru/catalog/sorta_zhimolosti_sozdannye_na_ogup_bakcharskoe/ (In Russian).
22. Czernienko, A. (2019). Trendy w rozwoju ogrodnictwa przemysłowego wickrzu w Rosji cena odmian pod kątem potrzeb rynkowych. In *III Międzynarodowa konferencja Kamczacka* (pp. 107-114). Krakow: Hortus Media. (In Polish).

Авторы:

Надежда Степановна Евтушенко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», sadovodnauka@mail.ru

Александр Васильевич Шмыгов, младший научный сотрудник ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», sadovodnauka@mail.ru

Authors details:

Nadezhda Evtushenko, PhD in Agriculture, senior researcher in Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science, sadovodnauka@mail.ru

Aleksandr Shmygov, junior reseacher in Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science, sadovodnauka@mail.ru

ЦИТОЛОГИЧЕСКИЙ СКРИНИНГ ГИБРИДНЫХ СЕЯНЦЕВ ЯБЛОНИ ОТ РАЗНОХРОМОСОМНЫХ СКРЕЩИВАНИЙ

А.Г. Бородкина , Н.Г. Лаврушевич, М.А. ЗубковаФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, 302530, Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, ВНИИСПК, info@vniispk.ru**Аннотация**

При включении в селекцию полиплоидных форм необходимо постоянно проводить цитологический контроль гибридного потомства. В данной статье приведены данные по анализу плоидности гибридов яблони от разнохромосомных скрещиваний типа $2x \times 4x$. Научная новизна заключается в исследовании статуса плоидности новых ранее неизученных гибридных семей яблони, что позволяет выявить семьи, давшие наибольший выход триплоидных гибридов, которые могут представлять практический интерес. Исследования проводились по методикам: Каптарь С.Г. (1967) и Паушевой З.П. (1980). Плоидность определяли у 266 растений из 6-ти гибридных семей: 6534, 6519, 6520, 6533, 6491, 6535. В результате установлено, что в семье 6534 [Северный синап ($2x$) $\times$ 25-35-124 ($4x$)] из 95 изученных растений 99% сеянцев оказались триплоидными – $2n = 3x = 51$, 1% – диплоидным, $2n = 2x = 34$. В семьях 6519 [Московское ожерелье ($2x$) $\times$ 30-47-88 ($4x$)] и 6520 [Приокское ($2x$) $\times$ 13-6-10 ($4x$)] – 100% триплоидных сеянцев. В комбинации скрещивания Орлик ($2x$) $\times$ 30-47-88 ($4x$) выход триплоидных сеянцев составил 98%. В двух семьях (6533, 6491) в качестве отцовского родителя был взят тетраплоид 25-37-45, а в качестве материнских растений диплоиды: Северный синап ($2x$) и Уэлси ($2x$). Анализ плоидности показал, что в семье 6533 [Северный синап ($2x$) $\times$ 25-37-45 ($4x$)] образовалось 94% триплоидных растений и 6% диплоидных, а в семье 6491 [Уэлси ($2x$) $\times$ 25-37-45 ($4x$)] процент триплоидных растений меньше и составил 79%, а диплоидных – 21%, предположительно на меньший выход триплоидов в данном случае повлиял диплоидный компонент. В среднем по всем комбинациям скрещивания 94% растений были триплоидными, 6% гибридов яблони – диплоидными.

Ключевые слова: плоидность, хромосомы, *Malus domestica*, селекция

CYTOLOGICAL SCREENING OF APPLE HYBRID SEEDLINGS FROM HETEROCHROMOSOMAL CROSSES

A.G. Borodkina , N.G. Lavrusevich, M.A. ZubkovaRussian Research Institute of Fruit Crop Breeding, 302530, Russia, Orel region, Orel district, Zhilina, VNIISPК, info@vniispk.ru**Abstract**

When polyploid forms are included in breeding, it is constantly necessary to carry out cytological control of hybrid offspring. This article presents data on the analysis of the ploidy of apple hybrids from heterochromosomal crosses of $2x \times 4x$ type. The scientific novelty lies in the study of the ploidy status of new previously unexplored hybrid families of apple trees, which allows to identify the families that gave the greatest yield of triploid hybrids that may be of practical interest. The research was carried out according to methods of Kaptar S.G. (1967) and Pausheva Z.P. (1980). Ploidy was determined in hybrid families: 6534, 6519, 6520, 6533, 6491 and 6535. As a result, it turned out that in the family 6534 [Severny Sinap ($2x$) $\times$ 25-35-124 ($4x$)], 99% of seedlings of 95

studied plants were triploid with $2n = 3x = 51$ chromosomes and 1% was diploid with $2n = 2x = 34$ chromosomes. In families 6519 [Moskovskoye Ozherelie ($2x$) $\times$ 30-47-88 ($4x$)] and 6520 [Priokskoye ($2x$) $\times$ 13-6-10 ($4x$)], 100% of seedlings were triploid. In the combination of crossing Orlik ($2x$) $\times$ 30-47-88 ($4x$), the yield of triploid seedlings was 98%. In two families (6533, 6491), tetraploid 25-37-45 was taken as the paternal parent, and diploids were taken as the maternal plants: Severny Sinap ($2x$) and Wealthy ($2x$). Ploidy analysis showed that in the family 6533 [Severny Sinap ($2x$) $\times$ 25-37-45 ($4x$)] 94% of triploid plants and 6% of diploid plants were formed, and in the family 6491 [Wealthy ($2x$) $\times$ 25-37-45 ($4x$)] the percentage of triploid plants was less and amounted to 79%, and 21% of diploid plants, presumably the lower yield of triploids in this case was influenced by the diploid component. On average, 94% of studied plants were triploid and 6% of apple hybrids were diploid for all crossing combinations.

Key words: ploidy, chromosomes, *Malus domestica*, breeding

Введение

Предметом внимания для сельскохозяйственной науки является пополнение генофонда плодовыми растениями, которые будут высокоурожайны, адаптированы к изменениям условий окружающей среды, устойчивы к различным заболеваниям, а также будут обладать высокими товарными и вкусовыми качествами. Среди всех плодовых растений мира яблоне принадлежит первое место по площади посадок и по урожаю. Главным поставщиком сортовых яблонь в России в последнее время является ВНИИСПК (Седов и др., 2022). Во ВНИИСПК академик РАН Седов Е.Н. совместно с цитологом, доктором сельскохозяйственных наук Седышевой Г.А. с 1970 года начали одними из первых проводить селекцию яблони на полиплоидном уровне для создания триплоидных сортов (Седышева и др., 2013). Было доказано, что с помощью этого метода существенно увеличивается возможность получения новых триплоидных сортов с высокой адаптационной способностью и большим биологическим потенциалом, пригодных для возделывания в садах интенсивного типа (Горбачева, Клименко, 2019). В лаборатории цитозмбриологии по настоящее время продолжают исследования по цитологическому контролю селекционной школки сеянцев, а также проводится цитозмбриологическая оценка исходных форм для селекции яблони с целью получения новых сортов. Большой интерес для селекционеров представляет создание триплоидных растений от разнохромосомное скрещиваний типа: диплоид $\times$ тетраплоид, тетраплоид $\times$ диплоид (Горбачева и др., 2018). Было выявлено, что гибриды с тройным набором хромосом, превосходят диплоиды и тетраплоиды по ряду показателей. У триплоидных сортов яблони по сравнению с диплоидными наблюдаются более выгодные признаки – регулярное плодоношение, крупные плоды и устойчивость к парше. Тетраплоидные формы не имеют коммерческой ценности из-за низкого качества плодов (Седов и др., 2020). Также у них отмечается низкая устойчивость к холоду, поэтому в основном их используют в качестве отцовского компонента для создания триплоидных сортов (Седов и др., 2013). Необходимо учитывать, что не все тетраплоидные формы являются донорами диплоидных гамет, а только те у которых тетраплоидный набор хромосом находится в субэпидермальном слое конуса роста, из которого формируются генеративные ткани цветка. (Седов и др., 2008, Седов и др., 2020). Необходимо исследовать состояние их генеративной сферы для возможности использования в селекции и проводить анализ пloidности гибридного потомства от разнохромосомных скрещиваний с целью отбора перспективных форм (Горбачева и др., 2018).

Во ВНИИСПК на настоящий момент выведено около двадцати триплоидных сортов, полученных путем скрещивания различных диплоидных и тетраплоидных форм (Седов и др., 2019).

С привлечением в селекционный процесс полиплоидов требуется постоянный достаточно трудоемкий цитологический контроль гибридного потомства для дальнейшего отбора триплоидных генотипов (Макаренко, 2015). Из вышесказанного следует, что цитологический скрининг должен проводиться для всех полиплоидных форм, включенных в селекцию, поэтому данное направление является актуальным.

Научная новизна заключается в исследовании статуса пloidности новых ранее неизученных гибридных семей яблони, что позволяет выявить семьи, давшие наибольший выход триплоидных гибридов, которые могут представлять практический интерес.

Цель нашего исследования - проведение цитологического анализа пloidности семян от скрещивания диплоид $\times$ тетраплоид, для выделения растений с тройным набором хромосом.

Материалы и методики исследований

Объектами исследований являлись гибридные сеянцы, размещенные в селекционных и коллекционных насаждениях ВНИИСПК. Определяли пloidность 266 растений из шести гибридных семей: 6534 [Северный синап(2х) $\times$ 25-35-124 (4х)], 6519 [Московское ожерелье(2х) $\times$ 30-47-88 (4х)], 6520 [Приокское (2х) $\times$ 13-6-10 (4х)], 6533 [Северный синап (2х) $\times$ 25-37-45 (4х)], 6491 [Уэлси (2х) $\times$ 25-37-45 (4х)], 6535 [Орлик (2х) $\times$ 30-47-88 (4х)].

Для определения пloidности брали верхушечные меристемы вегетативных почек. Фиксация материала (без предварительной обработки) производилась в уксусном спирте (3 части 96%-ого этилового спирта + 1 часть ледяной уксусной кислоты) в течение суток. После фиксации материал промывали в трёх сменах 96% этилового спирта и помещали на хранение в 70% этиловый спирт. Окрашивание образцов проводили пропионо-лакмоидным методом (Каптарь, 1967). Для приготовления красителя 5 г лакмоида растворяли в 50 мл 50%-й пропионовой кислоты. Полученный раствор ставили в темное место на 3...5 дней; колбу периодически встряхивали. Затем раствор фильтровали и хранили в темном месте, используя в работе как стандартный. После этого материал переносили в термостойкую пробирку с 0,5 мл 45%-й уксусной кислоты, доводили до кипения на спиртовке и кипятили в течение 5...30 с (не более) для мацерации объекта. После этого почки переносили на предметное стекло в каплю хлоралгидрата, накрывали покровным стеклом. Хромосомы окрашиваются в коричневый цвет. Контрастность окраски увеличивается при хранении препарата, поэтому готовый препарат оставляли на 30 мин для дифференцировки (Паушева, 1980).

Визуализация хромосом проводилась методом световой микроскопии на микроскопе Nikon Eclipse 50i и 80i с увеличением 100х. Для определения пloidности у каждого гибрида было изучено от 5 до 10 метафазных пластинок.

Результаты исследования

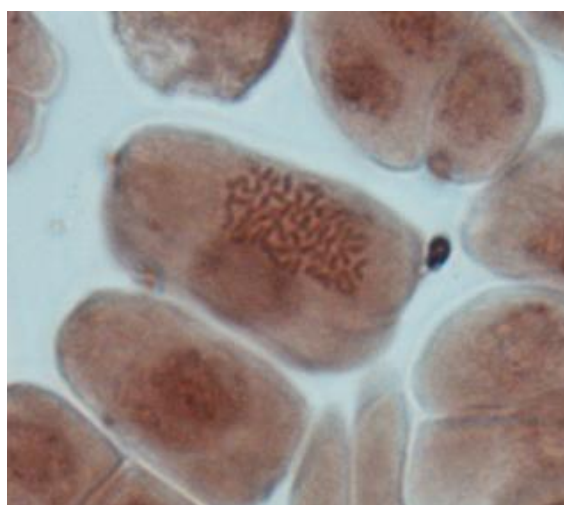
Проведен анализ пloidности гибридных сеянцев яблони от разнохромосомных скрещиваний в количестве 266 растений из 6 семей. В скрещиваниях в качестве доноров диплоидных гамет были взяты тетраплоидные формы 30-47-88(4х), 25-35-124(4х), 13-6-10 (4х), 25-37-45 (4х).

В семье Северный синап(2х) $\times$ 25-35-124 (4х) из 95 изученных растений 99% сеянцев оказались триплоидными с $2n = 3x = 51$ хромосома, 1% – диплоидными с $2n = 2x = 34$ хромосомы. В семьях Московское ожерелье (2х) $\times$ 30-47-88 (4х) и Приокское (2х) $\times$ 13-6-10

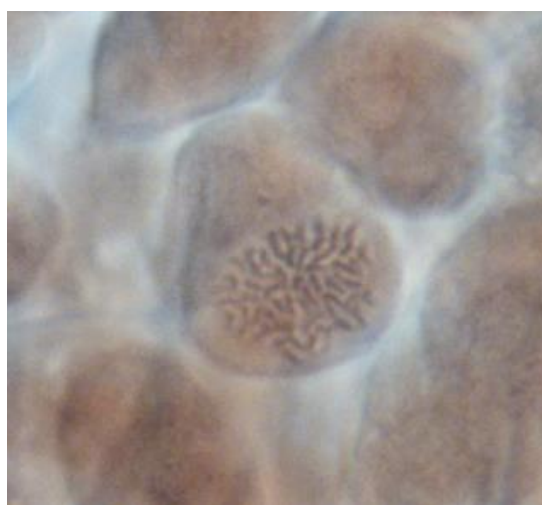
(4х) 100% триплоидных семян. В комбинации скрещивания Орлик (2х) × 30-47-88 (4х) выход триплоидных семян составил 98%. В двух семьях (6533, 6491) в качестве отцовского родителя был взят тетраплоид 25-37-45, а в качестве материнских растений диплоиды Северный синап (2х) и Уэлси (2х). Анализ плоидности показал, что в семье Северный синап (2х) × 25-37-45 (4х) образовалось 94% триплоидных растений и 6% диплоидных, а в семье Уэлси (2х) × 25-37-45 (4х) процент триплоидных растений меньше и составил 79%, а диплоидных – 21%, предположительно на меньший выход триплоидов в данном случае повлиял диплоидный компонент. Все комбинации скрещиваний с тетраплоидными формами (25-35-124, 30-47-88, 13-6-106, 25-37-45) в качестве опылителей, дали высокий выход триплоидных гибридов. В среднем по всем комбинациям скрещивания 251 растение (94%) оказались триплоидными с $2n = 3x = 51$ хромосома, 6% гибридов – диплоидными с $2n = 2x = 34$ хромосомы (таблица 1, рисунок 1).

Таблица 1 – Плоидность гибридных семян яблони в селекционной школе

№ семьи	Название семьи	Всего растений, шт.	В том числе:	
			2х, шт./%	3х, шт./%
6534	Северный синап(2х) × 25-35-124 (4х)	95	1/1	94/99
6519	Московское ожерелье(2х) × 30-47-88 (4х)	3	0	3/100
6520	Приокское (2х) × 13-6-10 (4х)	2	0	2/100
6533	Северный синап (2х) × 25-37-45 (4х)	31	2/6	29/94
6491	Уэлси (2х) × 25-37-45 (4х)	48	10/21	38/79
6535	Орлик (2х) × 30-47-88 (4х)	87	2/2	85/98
Всего		266	15/6	251/94



а



б

Рисунок 1 – Триплоидный набор хромосом ($2n = 3x = 51$) гибридных семян яблони из семьи: а – Уэлси (2х) × 25-37-45 (4х); б – Северный синап (2х) × 25-35-124 (4х)

Выводы

В результате проведенных исследований определена плоидность гибридных семян яблони в семьях: Северный синап (2х) × 25-35-124 (4х), Московское ожерелье (2х) × 30-47-88 (4х), Приокское (2х) × 13-6-10 (4х), Северный синап (2х) × 25-37-45 (4х), Уэлси (2х) × 25-37-45 (4х), Орлик (2х) × 30-47-88 (4х). Из 266 изученных растений 251 растение (94%) – триплоиды с $2n = 3x = 51$ хромосома и 15 (6%) гибридов – диплоиды с $2n = 2x = 34$ хромосомы. Высокий

выход триплоидных семян позволяет рекомендовать изученные комбинации скрещивания для получения растений с тройным набором хромосом.

Литература

1. Горбачева Н.Г., Седов Е.Н., Клименко М.А. Цитологический контроль в селекции яблони на полиплоидном уровне // Современное садоводство. 2018. № 1. С. 18-23. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10103>. EDN: [YWPHBK](#)
2. Горбачева Н.Г., Клименко М.А. Цитологический контроль гибридных семян, исходных форм яблони в селекции на полиплоидном уровне // Современное садоводство. 2019. № 1. С. 25-31. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10103>. EDN: [SDZLPG](#)
3. Каптарь С.Г. Новый ускоренный метод изучения митотических и мейотических хромосом растений с помощью пропионо-лактоида // Цитология и генетика. 1967. Т. 1, № 4. С. 87-90.
4. Макаренко С.А. Морфобиологические признаки гибридных семян яблони от гетероплоидных скрещиваний в селекционном питомнике и их сопряженность с плоидностью // Селекция и сорторазведение садовых культур: материалы международной научно-практической конференции. Орёл: ВНИИСПК, 2015. С. 130-133. EDN: [UQEAGD](#)
5. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. Москва: Колос, 1980. 304 с.
6. Седов Е.Н., Седышева Г.А., Серова З.М. Селекция яблони на полиплоидном уровне. Орёл: ВНИИСПК, 2008. 368 с.
7. Седов Е.Н., Седышева Г.А., Серова З.М., Горбачева Н.Г., Мельник С.А. Селекционная оценка гетероплоидных скрещиваний при создании триплоидных сортов яблони // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17, № 3. С. 499-508. EDN: [RUHMUD](#)
8. Седов Е.Н., Серова З.М., Янчук Т.В., Корнеева С.А. Триплоидные сорта яблони селекции ВНИИСПК для совершенствования сортимента (популяризация селекционных достижений). Орёл: ВНИИСПК, 2019. 28 с.
9. Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А. Методы и результаты селекции яблони во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 5. С. 25-29. <https://doi.org/10.31857/S2500262720050063>. EDN: [LNMZUG](#)
10. Седов Е.Н., Седышева Г.А., Серова З.М., Янчук Т.В. Новые триплоидные сорта яблони, иммунные к парше // Наше сельское хозяйство. 2020. № 1. С. 110-113. EDN: [QPYKBZ](#)
11. Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А. Новые диплоидные, триплоидные, иммунные к парше и колонновидные сорта яблони в совершенствовании сортимента // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 1. С. 25-31. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/1/25-31>. EDN: [LNMPZP](#)
12. Седышева Г.А., Седов Е.Н., Горбачева Н.Г., Серова З.М., Мельник С.А. Цитологический контроль в селекции яблони на полиплоидном уровне // Достижения науки и техники в АПК. 2013. № 7. С. 11-13. EDN: [QUUVWF](#)

References

1. Gorbacheva, N.G., Sedov, E.N., & Klimenko, M.A. (2018). Cytological control in apple breeding on a polyploidy level. *Contemporary horticulture*, 1, 18-23. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10103>. EDN: [YWPHBK](#) (In Russian, English abstract).
2. Gorbacheva, N.G., & Klimenko, M.A. (2019). Cytological control of hybrid seedlings and origin genotypes of apple in breeding with polyploidy using. *Contemporary horticulture*, 1, 25-31. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2019-10103>. EDN: [SDZLPG](#) (In Russian, English abstract).

3. Kaptar, S.G. (1967). A new accelerated method for studying mitotic and meiotic chromosomes of plants using propionolactamide. *Cytology and Genetics*, 1(4), 87-90. (In Russian).
4. Makarenko, S.A. (2015) Morphobiological characters of apple hybrid seedlings from heteroploid crossings in a breeding nursery and their conjugation with ploidy. In *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops: proc. sci. conf.* (pp. 130-133). Orel: VNIISPK. EDN: [UQEAGD](#) (In Russian).
5. Pausheva, Z.P. (1980). *Practicum on plant cytology*. Kolos. (In Russian).
6. Sedov, E.N., Sedysheva, G.A., & Serova, Z.M. (2008). *Apple breeding at the polyploidy level*. Orel: VNIISPK. (In Russian).
7. Sedov, E.N., Sedysheva, G.A., Serova, Z.M., Gorbacheva, N.G., & Melnik, S.A. (2013). Breeding assesment of heteroploid crosses in the development of triploid apple varieties. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 17(3), 499-508. EDN: [RUHMUD](#) (In Russian, English abstract).
8. Sedov, E.N., Serova Z.M., Yanchuk T.V., & Korneeva, S.A. (2019). *Triploid apple cultivars of VNIISPK breeding for improving the assortment (popularization of breeding achievements)*. Orel: VNIISPK. (In Russian).
9. Sedov, E.N., Yanchuk, T.V., & Korneeva, S.A. (2020). Stages, methods and results of apple breeding at the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. *Rossiiskaia selskokhoziaistvennaia nauka*, 5, 25-29. <https://doi.org/10.31857/S2500262720050063>. EDN: [LNMZUG](#) (In Russian, English abstract).
10. Sedov, E.N., Sedysheva, G.A., Serova, Z.M., & Yanchuk, T.V. (2020). New triploid apple cultivars immune to scab. *Our agriculture*, 1, 110-113. EDN: [QPYKBZ](#) (In Russian).
11. Sedov, E.N., Yanchuk, T.V., & Korneeva, S.A. (2022). New diploid, triploid, immunal to scab and column-like apple tree varieties in assortment improvement. *Bulletin of the Russian Agricultural Science*, 1, 25-31. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/1/25-31>. EDN: [LNMPZP](#) (In Russian, English abstract).
12. Sedysheva, G.A., Sedov, E.N., Gorbacheva, N.G., Serova, Z.M., & Melnik, S.A. (2013). Cytological control in apple breeding on a polyploidy level. *Achievements of science and technology in AIC*, 7, 11-13. EDN: [QUUVWF](#) (In Russian, English abstract).

Авторы:

Анастасия Геннадьевна Бородкина, младший научный сотрудник лаборатории цитозембриологии ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», borodkina@orel.vniispk.ru

Наталья Геннадьевна Лаврусевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией цитозембриологии ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», lavrusevich@orel.vniispk.ru

Мария Александровна Зубкова, младший научный сотрудник лаборатории цитозембриологии ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», zubkovam@orel.vniispk.ru

Authors details:

Anastasia Borodkina, junior researcher at The laboratory of cytoembryology of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

Natalia Lavrusevich, PhD in Agriculture, senior researcher, Head of laboratory of cytoembryology in Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

Maria Zubkova, junior researcher at The laboratory of cytoembryology of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK)

ОСОБЕННОСТИ ПЫЛЬЦЫ УРАЛЬСКИХ СОРТОВ СЛИВЫ

Т.Н. Слепнева¹, О.А. Киселева¹ , Е.С. Шагалов², Н.С. Чебыкин³¹ ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 620142, г. Екатеринбург, ул. Белинского, 112а² ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д.30³ ФГБУН «Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук 620110, Екатеринбург, ул. Академика Вонсовского, 15**Аннотация**

Сортимент сливы для Уральского региона нуждается в постоянном расширении и улучшении. Для селекции крайне важно иметь фертильную пыльцу с высокой жизнеспособностью. Однако целенаправленного изучения особенностей пыльцы сортов сливы, выведенных в регионе, до настоящего времени не проводилось. Объектами служили районированные по Уральскому региону сорта: Уральская золотистая, Пионерка, Эвридика, Доминика, Сапфир. Изучение фертильности пыльцы проводили ацетокарминовым методом, окрашенные препараты рассматривали на оптическом микроскопе. Жизнеспособность проверяли с помощью прорастивания пыльцы на питательных средах *in vitro*. Статистическую обработку полученных данных вели с помощью программ MS Excel 2013 и Statistica 10.0. У сорта Доминика доказана стерильность пыльцевых зерен, у сорта Сапфир пыльца практически не формируется, не смотря на развитие пыльников, у остальных сортов более 90% пыльцевых зерен фертильны, уровень жизнеспособности составил в среднем 56...65%. Выявлены межсортные отличия по линейным размерам пыльцевых зерен. Самая мелкая пыльца у сорта Доминика, что вероятно связано с ее стерильностью. У остальных изученных сортов выражена разноразмерность. Крупные пыльцевые зерна имели сорта Пионерка и Эвридика. Однофакторный ANOVA с последующим post-hoc анализом показали, что нет достоверных отличий по размерам полярной оси пыльцевых зерен лишь между сортами Пионерка и Эвридика, а в остальных случаях присутствует разница ($F(3, 83) = 43,799$, $p < 0,00001$). Сравнение сортов по размеру экваториального диаметра пыльцевых зерен с помощью критерия Краскела-Уоллиса показало, что между всеми изученными сортами есть достоверная разница ($H(3, 87) = 48,09812$, $p < 0,00001$), что дополнительно подтвердил U-критерий, везде $p < 0,05$. Выявленные межсортные отличия пыльцы подтвердили перспективность использования пыльцы сортов Пионерка, Эвридика, Уральская золотистая для гибридизации. Результаты показывают возможность использования изученных сортов для дальнейшей селекции.

Ключевые слова: *Prunus* L., сорт, морфология пыльцы, фертильность, стерильность

FEATURES OF POLLEN FROM PLUM CULTIVARS IN THE URAL

T.N. Slepneva¹, O.A. Kiseleva¹ , E.S. Shagalov², N.S. Chebykin³¹ Ural Federal Agrarian Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 620142, Ekaterinburg, Belinskogo st., 112a² Ural State Mining University, 620144, Ekaterinburg, Kujbysheva st., 30³ The Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 620110, Ekaterinburg, Akademika Vonsovskogo st., 15

Abstract

The assortment of plums for the Ural region needs to be expanded and improved. For breeding, it is extremely important to have fertile pollen with high viability. However, no target study of the pollen characteristics from plum cultivars in the region had been carried out yet. The objects were the cultivars zoned in the Ural region: Uralskaya Zolotistaya, Pioneerka, Evridika, Dominika and Sapfir. Pollen fertility was studied using the acetocarmine method, and stained slides were examined using an optical microscope. The viability was tested by germinating pollen on nutrient media in vitro. For the statistical analysis, MS Excel 2013 and Statistica 10.0 software packages were used. The pollen grains from Dominika were infertile, had no germination in vitro. The pollen grains from Sapfir sparsely developed, in spite of the anthers development. In other cultivars, more than 90% of pollen grains were fertile, the pollen germination averaged from 56 to 65%. Differences in the linear sizes of pollen grains were revealed between the cultivars. Dominika had the smallest pollen grains, which was probably due to its sterility. The other cultivars demonstrated the size variation of their pollen grains. Pioneerka and Evridika had large pollen grains. One-way ANOVA with the following post-hoc analysis revealed that there were no significant differences in the size of the polar axis of pollen grains only between “Pioneerka” and “Eurydice”, and in other cases differences were observed ($F(3, 83) = 43.799$, $p < 0.00001$). The comparison of the cultivars by the size of the equatorial diameter of pollen grains using the Kruskal-Wallis tests showed that there was difference between all studied cultivars ($H(3, 87) = 48.09812$, $p < 0.00001$), which was additionally confirmed by the U-criterion ($p < 0.05$). The identified pollen differences confirmed the prospects of using pollen from Uralskaya Zolotistaya, Pioneerka and Evridika in hybridization. The results provide the opportunity to use the studied cultivars for further breeding.

Key words: *Prunus* L., cultivar, pollen morphology, fertility, infertility

Введение

Изучение особенностей генеративной сферы представителей генетической коллекции сливы (*Prunus* L.) имеет значение для селекционного процесса, поскольку образцы являются источником материала для гибридизации и получения перспективных форм на Урале. Многообещающим направлением в получении адаптивных форм является отдаленная гибридизация (Мочалова, Матюнин, 2002; Путов, 1974).

В Уральском регионе аборигенных видов сливы нет, практическое значение имеют зимостойкие виды (Слепнева, Исакова, 2018; Слепнева, Матюнин, 2020; Исакова, 2021). Так для регионов с резко-континентальным климатом зарекомендовали себя межвидовые гибриды между восточно-азиатской сливой уссурийской (*Prunus ussuriensis* Kovalev & Kostina) и северо-американской сливой карзинской (*P. americana* Marshall), гибриды от свободного опыления сливы уссурийской (например, Пионерка, Катунская, Пирамидальная, Горлица, Даная, Золотая нива, Шершневецкая), а также сорта, полученные в ходе повторной гибридизации межвидовых гибридов с сортами указанных видов (Мочалова, Матюнин, 2002). Нередко для получения современных зимостойких сортов в гибридизации используются отборные формы видов восточноазиатского происхождения: сливы китайской *P. salicina* Lindl. (например, Желтая Хопты), сливы Симона *P. simonii* (Decne.) Carrière и их гибриды (например, Маньчжурская красавица). В создании сортимента на Урале также участвуют виды переднеазиатского происхождения: алыча *P. cerasifera* Ehrh. (сорт Аштаракская 2), *P. cerasifera* var. *pissardii* (Carrière) Koehne, тернослива *P. insititia* L., гибриды терна *P. spinosa* L. и сливы домашней *P. domestica* L., североамериканский вид слива канадская *P. nigra* Aiton.

Основными показателями пыльцы, от которых напрямую зависит продуктивность плодовых растений, являются фертильность и жизнеспособность (Мочалова, Матюнин,

2002; Тихонова и др., 2020). Особенности пыльцы необходимо учитывать в связи с исследованием механизмов мужской стерилизации, полиплоидизации, нарушений микроспорогенеза, микрогаметогенеза у отдаленных гибридов (Guo, Zheng 2004; Кравец, 2013). Исследования пыльцы у сливы необходимы при обсуждении результатов гибридизации видов с разной плоидностью, изучении цитомиксиса, поиске доноров нередуцированных гамет (Еремин, 2018; Мочалова, Матюнин, 2002).

Цель исследования – изучение морфологических особенностей пыльцы пяти уральских сортов сливы и анализ ее качества с помощью оценки фертильности и жизнеспособности пыльцевых зерен.

Материалы и методы

Объектами исследований служили зарегистрированные в Государственном реестре селекционных достижений РФ сорта: Уральская золотистая, Пионерка, Эвридика, Доминика, Сапфир, допущенные к использованию по Уральскому региону (Слепнева, Матюнин, 2020; Слепнева, Гасымов, 2022). Они возделываются в отделе плодовых и ягодных культур Свердловской селекционной станции садоводства УрФАНИЦ УрО РАН, где входят в состав коллекции живых растений открытого грунта Уникальная научная установка «Генофонд плодовых, ягодных и декоративных культур на Среднем Урале» (Слепнева, Макаренко, 2020). Будучи востребованы у садоводов-любителей, широкое распространение получили Уральская золотистая, Пионерка, созданные в условиях Урала. Новые сорта Эвридика, Доминика, Сапфир получены в результате отдаленной межвидовой гибридизации (таблица 1) в результате совместной работы с М.Н. Матюниным (Опытная станция «Горно-Алтайское» – филиал ФГБНУ ФАНЦА).

Таблица 1 – Объекты исследования

Сорт	Регионы, рекомендованные к выращиванию	Авторы, год включения в Госреестр	Происхождение	Признаки плодов
Доминика	Уральский	Матюнин М.Н., Слепнева Т.Н., 2023	F1 Желтая Хопты × Аштаракская 2	Основная окраска плода желтая, покровная синяя с сильным восковым налетом
Пионерка	Уральский, Волго-Вятский	Гвоздюкова Н.И., Исакова М.Г., 1969	Гибрид от свободного опыления отборной формы сливы уссурийской №2	Основная окраска плода оранжевая, покровная темно-красная
Сапфир	Уральский	Матюнин М.Н., Слепнева Т.Н., 2020	Катунская × F1 (Аштаракская 2 × Пирамидальная)	Основная окраска плода желтая, покровная синяя с сильным восковым налетом
Уральская золотистая	Уральский	Муллянов К.К., Гасымов Ф.М., 2004	Кызыл пионер × Желтая Хопты	Основная окраска плода желтая, покровная желтая
Эвридика	Уральский	Матюнин М.Н., Слепнева Т.Н., 2023	F1 <i>P. cerasifera</i> var. <i>pissardii</i> × <i>P. ussuriensis</i>	Основная окраска плода желтая, покровная бордовая со средним восковым налетом

Сбор пыльцы проводили на Челябинском государственном плодово-ягодном сортоучастке (Челябинская область, Красноармейский район). Массовое цветение сливы наблюдалось в I декаде мая. Весь материал для изучения особенностей пыльцы сортов собран 07 мая 2023. В 2023 году отмечалась стремительная весна: переход среднесуточной температуры через 0°C к 21 марта, переход через +5°C к 25 марта, переход через +10°C уже к 24 апреля. В апреле наблюдались резкие перепады суточных температур. Сумма

температур выше 0°C к моменту цветения составила 256,8°C, сумма активных температур (выше 5°C) к моменту цветения составила 106°C, а сумма эффективных температур (выше 10°C) составила 30,6°C. Амплитуда перепада температур в дневное и ночное время суток во время цветения составляла 29,1°C. Метеорологические данные получены на основе архива погоды из открытого онлайн источника (<http://www.pogodaiklimat.ru>).

С деревьев одного сорта в сухую погоду собирали не менее 20 хорошо развитых бутонов, а затем в камеральных условиях отделяли пыльники, вскрывали их, отряхивали и сушили пыльцу при комнатной температуре в течение двух дней. Отбор и хранение пыльцы проводилось в бумажных пакетах, на которых отмечали сортность и дату сбора. Анализ фертильности и стерильности пыльцы проводили в течение недели после заготовки материала.

В исследованиях фертильности и жизнеспособности пыльцы использован оптический бинокулярный микроскоп Микмед-6 (АО Ломо, Россия). Оценку фертильности проводили согласно общепринятой цитозмбриологической методике с помощью ацетокарминового метода (Паушева, 1988). Пыльцевые зерна помещали в каплю ацетокармина под покровное стекло, подсушивали препарат над пламенем спиртовки и просматривали при увеличении микроскопа 40 × 10. Стерильная пыльца не окрашивается или слабо окрашивается кармином. У нормально сформированной фертильной пыльцы цитоплазма зернистая и густо окрашивается в бордовый цвет. В 10 полях зрения подсчитывали количество прокрашенных фертильных и неокрашенных стерильных пыльцевых зерен. Фертильность определяли отношением количества прокрашенных пыльцевых зерен к общему количеству просмотренных в каждом поле зрения.

Жизнеспособность пыльцы проверяли по Д.А. Транковскому (Паушева, 1988) методом проращивания на искусственной питательной среде, содержащей 15% сахарозы, 2% агар-агара. Опыт проводили в чашках Петри, куда наносили суспензию пыльцы в капле стерильной дистиллированной воды, время экспонирования 36 часов, температура 20...25°C. Для оценки результатов проращивания использовали световую микроскопию, изображения просматривали при увеличении 40 × 10. Проросшей считали пыльцу, сформировавшую пыльцевую трубку. Учитывали не менее 350 пыльцевых зерен в пяти полях зрения. Процент жизнеспособности пыльцы определяли отношением количества проросших пыльцевых зерен к общему количеству просмотренных в каждом поле зрения.

Для характеристики морфологических особенностей пыльцы использовали палинологическую терминологию (Куприянова, Алешина, 1978; Токарев, 2002). Для проведения измерений линейных размеров пыльцы воспользовались сканирующим электронным микроскопом Tescan Mira LMS с ускоряющим напряжением 20 кэВ в режиме вторичных электронов (SE) (ЦКП «Геоаналитик» на базе лаборатории физико-химических методов исследования минерального вещества Института геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН). Углеродное напыление получено на установке для напыления токопроводящих покрытий Quorum Q150T ES. Измерения морфологических параметров проводили на микрофотографиях с учетом их масштаба.

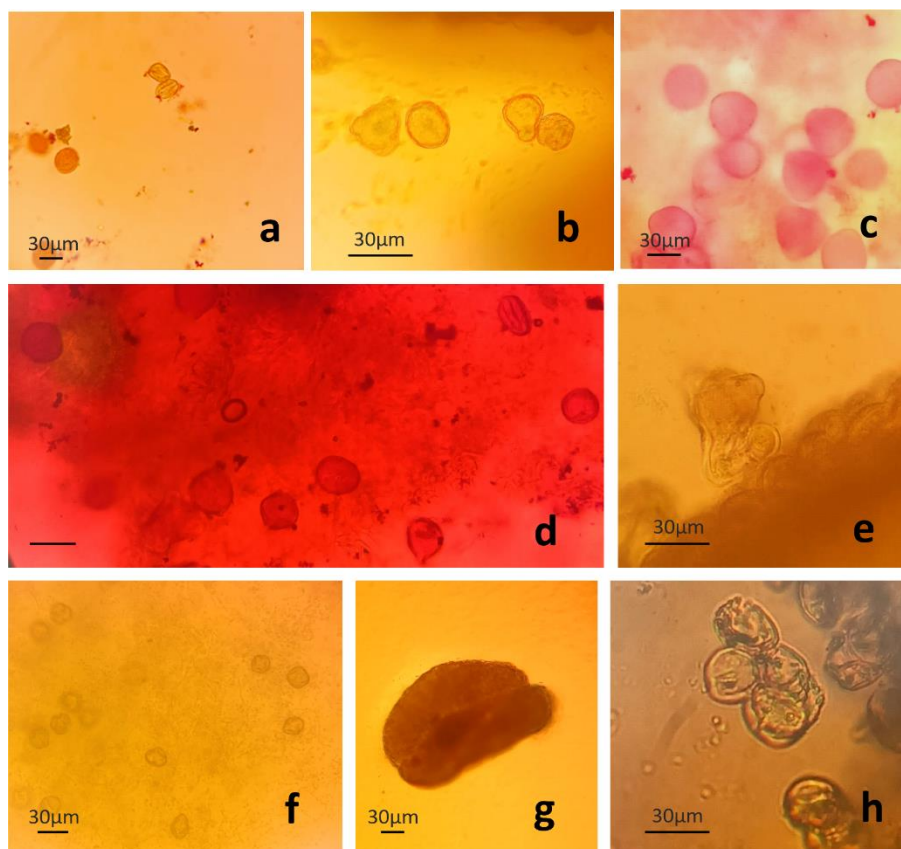
Размеры высушенной пыльцы определяли с помощью программы Image J при обработке фотографий со сканирующего электронного микроскопа. Размеры пыльцы сливы сорта Сапфир определить не удалось, поскольку на препаратах, изготовленных из пыльников, не было свободно лежащих пыльцевых зерен, видна лишь поверхность экзины незрелых пыльцевых зерен, плотно лежащих внутри пыльника (рисунок 2f).

Статистическую обработку всех полученных данных провели с использованием программ MS Excel 2013 и Statistica 10.0. Первичная математическая обработка данных выполнена по методикам, изложенным Т.Н. Зайцевым (1973), в том числе сделан подсчет коэффициентов

вариации (CV) изученных морфометрических признаков, среднего значения и среднеквадратического отклонения. Проведена проверка полученного объема данных на нормальность. Она была подтверждена лишь для показателя размеры полярной оси пыльцевых зерен. Поэтому для поиска статистически значимых различий по этому показателю использован однофакторный анализ ANOVA с последующим post-hoc анализом. Размеры экваториального диаметра пыльцевых зерен у изученных сортов сливы сравнивали иначе, с помощью непараметрических критериев Краскела-Уоллиса и U-критерия Манна-Уитни.

Результаты и их обсуждение

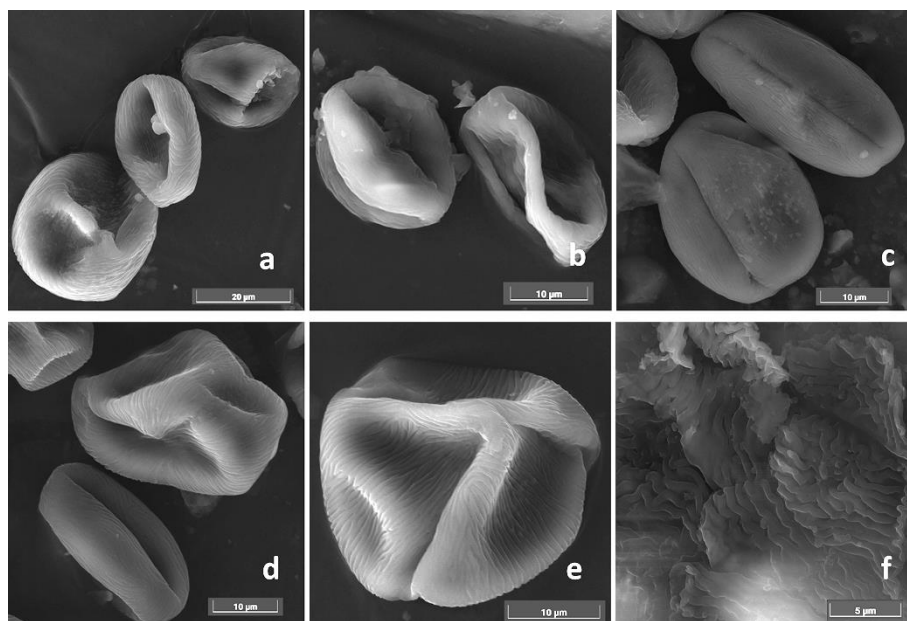
Оригинальные данные получены с помощью морфологических исследований пыльцевых зерен уральских сортов сливы Уральская золотистая, Пионерка, Эвридика, Доминика. Особенности пыльцы при окрашивании препаратов ацетокармином представлены на рисунке 1. Набухшие фертильные пыльцевые зерна изополярные, шаровидно-сплюснутые, в очертании с полюса округленно-треугольные, широкоэллиптические с экватора, тип апертур бороздно-оровый.



a, b – Уральская золотистая, c – Пионерка, d, e – Эвридика, f – Доминика, g, h – Санфир
Рисунок 1 – Исследования фертильности и жизнеспособности пыльцы сортов сливы под оптическим микроскопом

На микрофотографиях, полученных с помощью сканирующего электронного микроскопа, хорошо заметно, что у пыльцевых зерен 4 сортов в полярной проекции очертания треугольно-тупо-выпуклые, в экваториальной проекции – эллиптические, скульптура их поверхности струйчатая, зародышевые борозды глубокие, длинные, вдавленные,

щелевидные, меридиальные (рисунок 2). Эти признаки соответствуют ранее сделанным описаниям особенностей морфологии пыльцы различных сортов *P. domestica* (Dordević et al., 2020) и, по-видимому, являются диагностическими в плане установления родовой принадлежности. Стерильные пыльцевые зерна изученных сортов имеют несимметричную неправильную форму (рисунок 2а).



а, б – Уральская золотистая, с, д – Эвридика, е – Пионерка, ф – Санфир
Рисунок 2 – Микрофотографии пыльцевых зерен уральских сортов сливы

Нами обнаружено, что линейные размеры пыльцевых зерен отличаются внутри сорта и между сортами. Наибольшая вариабельность размеров пыльцы наблюдали у сорта Уральская золотистая. Линейные размеры пыльцевых зерен у всех изученных сортов имеют коэффициент вариации в пределах интервала нормы (Зайцев, 1973). Согласно таблице 2, наименьшие размеры пыльцевых зерен имеет сорт Доминика, наибольшие — сорта Пионерка и Эвридика.

Таблица 2 – Размеры пыльцы уральских сортов сливы

Сорт	Длина полярной оси, мкм	Мин, мкм	Макс, мкм	CV, %	Экваториальный диаметр, мкм	Мин, мкм	Макс, мкм	CV, %
Уральская золотистая	27,86±4,95	20,1	39,6	17,8	18,91±4,82	10,1	31,7	25,5
Пионерка	34,91±3,39	26,7	40,5	9,7	26,83±4,38	15,4	31,9	16,3
Эвридика	33,08±5,87	24,9	43,1	17,8	22,43±3,07	14,2	28,1	16,5
Доминика	19,36±3,03	14,3	24,2	15,6	13,98±3,04	9,41	19,5	21,7

Важно, что у сортов близок показатель отношения длины полярной оси (Р) к размеру экваториального диаметра (Е) – индекс формы. Именно он позволяет делать объективный вывод о форме пыльцевых зерен (Рога et al., 2022). Согласно работам предшествующих авторов (Мотылева и др., 2016), эллипсоидальная форма при $P/E = 1,87...2,04$, широкоэллипсоидальная при $P/E = 1,67...1,78$ и округло-эллипсоидальная при $P/E = 1,36...1,67$. Для сортов Уральская золотистая и Эвридика он составляет 1,47, сорта Доминика 1,38, сорта Пионерка 1,41. Таким образом, форма изученных пыльцевых зерен

округло-эллипсоидальная.

Если проводить сравнение с сортовой домашней сливой, то размеры пыльцевых зерен изученных сортов значительно меньше. Так согласно данным сербских коллег, изучавших *P. domestica*, длина полярной оси не менее 53 мкм, а длина экваториального диаметра не менее 28 мкм (Dordević et al., 2020). Согласно палинологической базе данных (<https://www.paldata.org/search/genus/Prunus>), для видов *P. spinosa*, *P. domestica* размеры находятся в пределах 26...50 мкм. Таким образом, лишь у сорта Пионерка, Эвридика размеры сопоставимы с указанными видами, а у сортов Доминика, Уральская золотистая размеры пыльцевых зерен меньше, чем у терна и домашней сливы.

Однофакторный ANOVA с последующим post-hoc анализом (таблица 3) показали, что нет достоверных отличий по длине полярной оси пыльцевых зерен лишь между сортами Эвридика и Пионерка, а в остальных случаях присутствует разница ($F(3, 83) = 43,799$, $p < 0,00001$). Сравнение сортов по размеру экваториального диаметра пыльцевых зерен с помощью критерия Краскела-Уоллиса показало, что между всеми изученными сортами есть достоверная разница ($H(3, 87) = 48,09812$, $p < 0,00001$), что дополнительно подтвердил U-критерий, везде $p < 0,05$ (таблица 4). Изучение морфологических особенностей, в том числе линейных размеров пыльцы сортов сливы может быть полезно при обсуждении их функциональных особенностей.

Таблица 3 – Результаты сравнения сортов по длине полярной оси с помощью однофакторного ANOVA с последующим post-hoc тестом

Сорт	Доминика	Пионерка	Уральская золотистая	Эвридика
Доминика		0,000146	0,000146	0,000146
Пионерка	0,000146		0,000147	0,561310
Уральская золотистая	0,000146	0,000147		0,001325
Эвридика	0,000146	0,561310	0,001325	

Примечание: полужирным шрифтом выделены сорта, для которых установлены статистически достоверные различия по размерам полярной оси пыльцевых зерен

Таблица 4 – Результаты сравнения сортов по размеру экваториального диаметра пыльцевых зерен с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни

Сорт	Доминика	Пионерка	Уральская золотистая	Эвридика
Доминика		U=4,5 p = 0,00000024	U=85,5 p = 0,000537	U=13 p = 0,000007
Пионерка	U=4,5 p = 0,00000024		U=77,5 p = 0,000001	U=98 p = 0,002823
Уральская золотистая	U=85,5 0,000537	U=77,5 p = 0,000001		U=131,5 p = 0,004757
Эвридика	U=13 0,000007	U=98 p = 0,002823	U=131,5 p = 0,004757	

Примечание: полужирным шрифтом выделены сорта, для которых установлены статистически достоверные различия по размерам полярной оси пыльцевых зерен

Впервые определено качество пыльцы указанных сортов. Исследованные образцы пыльцы имели не только морфологические, но и физиологические отличия, которые обнаружили при исследовании фертильности и жизнеспособности (таблица 5). Фертильной оказалась пыльца только трех сортов: Уральская золотистая, Пионерка, Эвридика. У сорта Доминика пыльцы много (рисунок 1f), но она вовсе не прокрашивается ацетокармином, морфологически сформированных пыльцевых зерен нет, пыльца очень мелкая, не наблюдалось прорастание пыльцы на питательных средах. У сорта Сапфир пыльники присутствуют, но пыльца практически не формируется, в единственном случае,

где на микропрепаратах удалось обнаружить пыльцевые зерна, они кармином не окрасились (рисунок 1h). Важно, что морфологически сформированные крупные пыльцевые зерна наблюдались только у сорта Пионерка, который является гибридом от свободного опыления отборной формы сливы уссурийской (таблица 1). У отдаленных гибридов Уральская золотистая и Эвридика фертильность высока, однако в пыльце присутствуют стерильные пыльцевые зерна и при этом снижена жизнеспособность.

Таблица 5 – Фертильность и жизнеспособность пыльцы уральских сортов сливы

Сорт	Фертильность пыльцевых зерен, % (ацетокарминовый метод)	Жизнеспособность пыльцевых зерен, % (проращивание на питательной среде)
Уральская золотистая	98,4±0,7	59,71±17,02
Пионерка	93,89±1,0	56,41±14,62
Эвридика	90,34±1,9	65,15±34,00

Полученный нами результат соответствует более ранним наблюдениям. Так у диплоидных сортов сливы домашней, уссурийской, терна фертильность лежит в пределах класса 80...100% (Царенко, 1981, Рассветаева, 1985). У отдаленных гибридов косточковых может снижаться фертильность или вообще возникает стерильность пыльцы в силу сильных нарушений в мейозе и несбалансированности гибридных геномных наборов, возможно образование нераспадающихся тетрад и полиад (Мочалова, Матюнин, 2002). Возможно, именно это объясняет мужскую стерильность сортов Доминика, Сапфир. У искусственно индуцированных тетраплоидов сливы китайской и алычи ранее наблюдали значительные различия между фертильностью и жизнеспособностью, когда при высокой фертильности наблюдалась низкое или посредственное проращивание пыльцы на питательных средах (Мочалова, Матюнин, 2002). Таким образом, в отношении сорта Эвридика, произошедшего от гибридизации отборных форм *P. salicina* и *P. cerasifera* var. *pissardii*, на основании сравнения наших данных с литературными можно предположить тетраплоидность. Климатические факторы также могут оказывать существенное влияние на выход фертильной жизнеспособной пыльцы (Мочалова, Матюнин, 2002, Царенко, 1981, Рассветаева, 1985). Учитывая аномально раннюю весну 2023 года, погодные условия также могли снизить жизнеспособность пыльцы у изученных сортов. Необходимо продолжить исследования жизнеспособности и фертильности в течение последующих вегетационных сезонов.

Заключение

Изучение размеров, фертильности и жизнеспособности пыльцы отдаленных гибридов слив представляет интерес с практической точки зрения. Полученные данные необходимы для ведения успешного селекционного процесса, позволяют выбрать лучшие сорта для успешного использования их в качестве опылителей в селекции. Выявленные особенности пыльцы также могут быть полезны при дальнейшем изучении пloidности гибридов и нарушений мужского гаметогенеза у искусственных гибридов, в том числе аллополиплоидов. На основе полученных нами данных можно с уверенностью рекомендовать пыльцу сортов сливы Пионерка, Эвридика, Уральская золотистая для использования в дальнейшей селекции. Сорта слив Уральская золотистая, Эвридика, Доминика, Сапфир перспективны в плане изучения хромосомного состава, вариабельности показателей микроспорогенеза, механизмов нарушения мейоза в пыльниках и цитомиксиса.

Благодарности

Исследование выполнено в соответствии с государственным заданием Минобрнауки РФ по теме «Создание конкурентоспособных, высокоурожайных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных культур и картофеля мирового уровня на основе перспективных генетических ресурсов, устойчивых к био- и абиотическим факторам» (№ 0532-2021-0008).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Еремин Г.В. Выявление генетических связей между видами рода *Prunus* L. при их использовании в селекции косточковых культур // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. Т. 179, № 3. С. 250-258. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-3-250-258>. EDN: [YUKAOT](#)
2. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчётов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1973. 256 с.
3. Исакова М.Г. Адаптивность сортов терносливы на Среднем Урале // Плодоводство и ягодоводство России. 2021. Т. 66. С. 49-56. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2021-66-49-56>. EDN: [PVZSSJ](#)
4. Кравец Е.А. Цитомиксис и его роль в регуляции фертильности растений // Онтогенез. 2013. Т. 44, № 3, С. 147-165. <https://doi.org/10.7868/S0475145013030038>. EDN: [QAXOHT](#)
5. Куприянова Л.А., Алешина Л.А. Пыльца двудольных растений флоры европейской части СССР. Л.: Наука, 1978. 183 с.
6. Мотылева С.М., Мертвищева М.Е., Бриндза Я., Островский Р. Морфологическая характеристика поверхности пыльцевых зерен представителей семейства Rosaceae Yuss. // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 46. С. 251-258. EDN: [WMHGUH](#)
7. Мочалова О.В., Матюнин М.Н. Цитозмбриология и селекция отдаленных гибридов и полиплоидов косточковых растений на Алтае. Новосибирск: РАСХН, 2002. 232 с.
8. Онлайн база палинологических данных. URL: <https://www.palдат.org/search/genus/Prunus>
9. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 271 с.
10. Путов В.С. Итоги и перспективы селекции сливы на Алтае // Научные чтения памяти академика М.А. Лисавенко. Барнаул: Алтайское книжное издательство, 1974. Вып. 5. С. 64-75
11. Рассветаева Э.Г. Спонтанные и индуцированные полиплоиды слив // Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л.: ВИР, 1985. Т. 97. С.69-74.
12. Слепнева Т.Н., Матюнин М.Н. Создание новых сортов сливы китайской на Урале // Вестник КрасГАУ. 2020. №5. С. 80-92. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-5-86-92>. EDN: [DYXAYC](#)
13. Слепнева Т.Н., Гасымов Ф.М. Слива, терн // Помология Урала / под общ. ред. С.А. Макаренко. М.: Наука, 2022; С. 202-245.
14. Слепнева Т.Н., Исакова М.Г. Современный генофонд косточковых культур на Среднем Урале: мобилизация, сохранение и изучение // Экология и география растений и растительных сообществ: материалы международной научной конференции. Екатеринбург: Гуманитарный университет, 2018. С. 902-907. EDN: [XUUPLN](#)
15. Слепнева Т.Н., Макаренко С.А. Совершенствование сортимента сливы на Урале // Растительное разнообразие: состояние, тренды, концепция сохранения: тезисы докладов всероссийской конференции. Новосибирск: Академиздат, 2020. С.155. EDN: [CXRIBR](#)

16. Тихонова О.А., Гаврилова О.А., Радченко Е.А., Вержук В.Г., Павлов А.В. Жизнеспособность пыльцы черной смородины до и после криоконсервирования в жидком азоте и особенности ее морфологии // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181, № 3. С. 110-119. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-3-110-119>. EDN: [SKZHAD](#)
17. Токарев П.И. Морфология и ультраструктура пыльцевых зерен. М.: КМК, 2002. 51 с.
18. Царенко В.П. Слива уссурийская. Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 1981. 102 с.
19. Dordevic M., Cerovic R., Nikolic D., Radicevic S., Glisic I., Milosevic N. Using scanning electron microscopy to characterize Plum (*Prunus domestica* L.) genotypes // Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences. 2020. Vol. 73, N 10. P. 1390-1397. <http://dx.doi.org/10.7546/CRABS.2020.10.08>
20. Guo G.Q., Zheng G.C. Hypotheses for the functions of intercellular bridges in male germ cell development and its cellular mechanisms // Journal of Theoretical Biology. 2004. Vol. 229, N 1. P. 139-146. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2004.03.010>
21. Popa V.I., Badulescu L., Iordachescu M., Udriste A.A. Preliminary Pollen Grain Characterization of Several Apple and Plum Varieties // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture. 2022. · Vol. 79, N. 1. P. 33-40. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:2021.0020>

References

1. Eremin, G.V. (2018). Detection of genetic relations between species in the genus *Prunus* L. when using them in breeding of stone fruit crops. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 179(3), 250-258. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-3-250-258>. EDN: [YUKAOT](#) (In Russian, English abstract).
2. Zajcev, G.N. (1973). *Methodology of biometric calculations. Mathematical statistics in experimental botany*. Nauka. (In Russian).
3. Isakova, M.G. (2021). Adaptability of thorny plum varieties in the Middle Urals. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 66, 49-56. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2021-66-49-56>. EDN: [PVZSSJ](#) (In Russian, English abstract).
4. Kravec, E.A. (2013). Cytomixis and its role in the regulation of plant fertility. *Ontogenesis*, 44(3), 147-165. <https://doi.org/10.7868/S0475145013030038>. EDN: [QAXOHT](#) (In Russian, English abstract).
5. Kupriyanova, L.A., & Aleshina, L.A. (1978). *Pollen of dicotyledonous plants from the flora of the USSR European part*. Nauka. (In Russian).
6. Motyleva, S.M., Mertvishcheva, M.E., & Brindza, J. (2016). Morphological characteristics of the surface of the pollen grains of the family Rosaceae Yuss. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 46, 251-258. EDN: [WMHGUH](#) (In Russian, English abstract).
7. Mochalova, O.V., & Matyunin, M.N. (2002). *Cytoembryology and selection of distant hybrids and polyploids of stone fruit plants in Altai*. Russian Academy of Agricultural Sciences. (In Russian).
8. Online palynological database. Retrieved from: <https://www.paladat.org/search/genus/Prunus>
9. Pausheva, Z.P. (1988). *Workshop on plant cytology*. Agropromizdat. (In Russian).
10. Putov, V.S. (1974). Results and prospects of plum breeding in Altai. In *Scientific readings in memory of academician M.A. Lisavenko* (pp. 64-75). Barnaul: Altai Book Publishing House (In Russian).
11. Rassvetaeva, E.G. (1985). Spontaneous and induced plum polyploids. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 97, 69-74. (In Russian).

12. Slepneva, T.N., & Matyunin, M.N. (2020). The creation of new chinese plum varieties in the Urals. *Bulletin of KSAU*, 5, 80-92. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-5-86-92>. EDN: [DYXAYC](#) (In Russian, English abstract).
13. Slepneva, T.N., & Gasimov, F.M. (2022). Plum, turn. In Makarenko S.A. (Ed.) *Pomology of the Urals* (pp. 202-245). Nauka. (in Russian).
14. Slepneva, T.N., & Isakova, M.G. (2018). The modern gene pool of stone fruit crops in the Middle Urals: mobilization, conservation and study. In *Ecology and geography of plants and plant communities: proc. sci. conf.* (pp. 902-907). Ekaterinburg: Humanities University. EDN: [XUUPLN](#) (In Russian, English abstract).
15. Slepneva, T.N., & Makarenko, S.A. (2020). Improving the assortment of plums in the Urals In *Plant diversity: state, trends, concept of conservation: proc. sci. conf.* (p.155). Novosibirsk: Academizdat. EDN: [CXRIBR](#) (In Russian).
16. Tikhonova, O.A., Gavrilova, O.A., Radchenko, E.A., Verzhuk, V.G., & Pavlov, A.V. (2020). Viability of black currant pollen before and after cryopreservation in liquid nitrogen, and its morphological features. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 181(3), 110-119. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-3-110-119>. EDN: [SKZHAD](#) (In Russian, English abstract).
17. Tokarev, P.I. (2002) *Morphology and ultrastructure of pollen grains*. KMK. (In Russian).
18. Tsarenko, V.P. (1981). *Ussuri plum*. Far Eastern book publishing house. (In Russian).
19. Dordevic, M., Cerovic, R., Nikolic, D., Radicevic, S., Glisic, I., & Milosevic, N. (2020). Using scanning electron microscopy to characterize Plum (*Prunus domestica* L.) genotypes. *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*, 73(10), 1390-1397. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2020.10.08>
20. Guo, G.Q., & Zheng, G.C. (2004). Hypotheses for the functions of intercellular bridges in male germ cell development and its cellular mechanisms. *Journal of theoretical biology*, 229(1), 139-146. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2004.03.010>
21. Popa, V.I., Badulescu, L., Iordachescu, M., & Udriste, A.A. (2022). Preliminary Pollen Grain Characterization of Several Apple and Plum Varieties. *Bulletin of university of agricultural sciences and veterinary medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 79(1), 33-40. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:2021.0020>

Авторы:

Татьяна Николаевна Слепнева, младший научный сотрудник Свердловской селекционной станции садоводства – структурного подразделения ФГБНУ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН, tatyana_slepneva@mail.ru

Ольга Анатольевна Киселева, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Свердловской селекционной станции садоводства – структурного подразделения ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», kiselevaolga@inbox.ru

Евгений Сергеевич Шагалов, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры минералогии, петрографии и геохимии, ФГБОУ ВО Уральский государственный горный университет, shagalov@igg.uran.ru

Николай Сергеевич Чебыкин, аналитик ЦКП УрО РАН «Геоаналитик», ФГБУН «Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН», tchebykinnikolai@yandex.ru

Authors details:

Tatyana Slepneva, junior researcher head of the Sverdlovsk Breeding Station of Horticulture – the Structural Subdivision of Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, tatyana_slepneva@mail.ru

Olga Kiseleva, PhD in Biology, senior researcher at the Sverdlovsk Breeding Station of Horticulture – the Structural Subdivision of Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, kiselevaolga@inbox.ru

Evgeny Shagalov, PhD in Geology and Mineralogy, Associate Professor at the Department of Mineralogy, Petrography and Geochemistry of Ural State Mining University, shagalov@igg.uran.ru

Nikolay Chebykin, research associate in Centre of collective usage «Geoanalitik» of The Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, tchebykinnikolai@yandex.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ КАК ЭТАП НА ПУТИ К ПАСПОРТИЗАЦИИ ЕЖЕВИКИ

М.А. Должикова , А.В. Пикунова, А.А. Павленко, Л.А. Грюнер, Б.Б. Корнилов*ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, 302530, Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, ВНИИСПК, info@vniispk.ru***Аннотация**

Данная работа посвящена изучению полиморфизма 11 микросателлитных локусов на 15 сортах ежевики. Большинство сортов и форм ежевики имеют четыре базовых набора хромосом ($2n = 4x = 28$). В нашей работе большинство сортов тетраплоиды (Agawam, Reuben, гибридная форма Т × С, Brzezina, Loch Maree, Ouachita, Thornfree, Loch Tay, Cacanska Besterna, Chester) и несколько – гексаплоиды (Karaka Black, Texas, Helen). Теоретически возможно наблюдать 4 разных фрагмента, амплифицируемых на ДНК одного тетраплоидного генотипа, что зависит от уровня гетерозиготности анализируемого локуса. В исследованиях разноплоидных гибридов яблони наблюдалось 3...4 фрагмента у тетраплоидных генотипов. В исследовании амплифицировалось от 1 до 3 фрагментов у некоторых тетраплоидных сортов для одного локуса (у гибридной формы Т × С в локусе ERubLR_SQ01_G16 амплифицировалось 3 аллеля, у сорта Egie амплифицировался 1 аллель в локусе ERubLR_SQ019_3_G09). Всего на ДНК 15 образцов в 11 микросателлитных локусах было амплифицировано 48 аллелей. В среднем один генотип тетраплоидного сорта по всем локусам амплифицирует приблизительно 18 аллелей. У некоторых гексаплоидных сортов амплифицировалось от 2 до 4 фрагментов (у сорта Texas в локусе ERubLR_SQ19_3_G09 амплифицировалось 2 аллеля, у сорта Karaka Black в локусе ERubLR_SQ01_G16 амплифицировалось 4 аллеля). Один гексаплоидный генотип в среднем амплифицирует 25 аллелей по всем локусам. В работе обсуждаются особенности и ограничения методики детекции ПЦР продуктов микросателлитных локусов путем разделения в полиакриламидных гелях. На данном этапе работы отработаны методики амплификации 11 микросателлитных локусов ежевики, обнаружен полиморфизм, выявлены наиболее полиморфные локусы (RubEndo_SQ004_N23, ERubLR_SQ01_G16, ERubLR_SQ01_M20), которые в дальнейшем могут быть использованы для генетической паспортизации сортов ежевики и работе с генетическими ресурсами.

Ключевые слова: ДНК-маркеры, полимеразная цепная реакция, идентификация

STUDY OF MICROSATELLITE LOCI POLYMORPHISM AS A STAGE ON THE WAY TO CERTIFICATION OF BLACKBERRIES

М.А. Dolzhikova , A.V. Pikunova, A.A. Pavlenko, L.A. Gruner, B.B. Kornilov*Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, 302530, Russia, Orel region, Orel district, Zhilina, VNIISP, info@vniispk.ru***Abstract**

This work is devoted to the study of polymorphism of 11 microsatellite loci on 15 blackberry cultivars. Most cultivars and forms of blackberries have four basic sets of chromosomes ($2n = 4x = 28$). In our work, most of the cultivars are tetraploids (Agawam, Reuben, the hybrid form Т × С, Brzezina, Loch Maree, Ouachita, Thornfree, Loch Tay, Cacanska Besterna, Chester) and several cultivars are hexaploids (Karaka Black, Texas, Helen). Theoretically, it is possible to

observe 4 different fragments amplified on the DNA of one tetraploid genotype, which depends on the level of heterozygosity of the analyzed locus. In studies of apple hybrids having different ploidy (Pikunova et al., 2018), 3–4 fragments were observed in tetraploid genotypes. From 1 to 3 fragments were amplified in some tetraploid cultivars (in the variety Erie, 1 allele was amplified at the locus ERubLR_SQ019_3_G09, in the Hybrid T × C cultivar, 3 alleles were amplified at the ERubLR_SQ01_G16 locus). A total of 48 alleles were amplified on the DNA of 15 samples in 11 microsatellite loci. On average, one genotype of a tetraploid cultivar amplifies approximately 18 alleles at all loci. In some hexaploid cultivars, from 2 to 4 fragments were amplified (in Texas 2 alleles were amplified at the ERubLR_SQ19_3_G09 locus; in Karaka Black, 4 alleles were amplified at the ERubLR_SQ01_G16 locus). On average, one hexaploid genotype amplifies 25 alleles at all loci. This paper discusses the features and limitations of the method of detecting PCR products of microsatellite loci by separation in polyacrylamide gels. At this stage of the work, methods of amplification of 11 microsatellite blackberry loci have been worked out; polymorphism has been detected, and the most polymorphic loci have been identified (RubEndo_SQ004_N23, ERubLR_SQ01_G16, ERubLR_SQ01_M20), which can later be used for genetic certification of blackberry cultivars and work with genetic resources.

Key words: DNA markers, polymerase chain reaction, identification

Введение

Ежевика – ценная ягодная культура, плоды которой служат источниками ценных для организма человека микро- и макроэлементов, ряда витаминов. Плоды ежевики созревают после большинства других ягодных культур, что способствует увеличению сроков производства продукции, богатой витаминами, в регионах выращивания. Плоды её содержат значительное количество важных биологически активных компонентов антиоксидантного комплекса, участвующих во многих процессах метаболизма человека (Грюнер, Корнилов, 2020).

На территории России выделяют три основных центра видового разнообразия ежевик: в Калининградской области, где западноевропейские таксоны находятся на восточной границе своих ареалов; в Крыму, где распространены крымские формы средиземноморского происхождения; российском Кавказе (в основном в Предкавказье) в виде совокупности средиземноморских и кавказских представителей. Виды подрода ежевик (*Rubus*) формируют полиплоидные ряды от $2x$ ($2n = 14$) до $12x$ ($2n = 84$) с основным числом хромосом $x = 7$, а также включают анеуплоиды разного уровня ploidy (Дунаева, 2022).

Классическая селекция ягодных культур представляет длительный и затратный процесс, например, длительность выведения нового сорта малины достигает 15 лет (Graham, Jennings, 2009). Использование маркерной селекции значительно ускоряет данный процесс. Однако, стоит важный вопрос идентификации имеющегося сортового материала.

Для идентификации сортов ежевики используются количественные и качественные признаки, которые определяются визуально. Однако данные признаки имеют зависимость их проявления от внешних факторов. В результате возникают сложности в идентификации. В связи с этим наиболее эффективной системой маркирования сортов является генетическая идентификация сорта, представляющая собой метод получения генетически детерминированных характеристик с помощью молекулярных маркеров (Каган, 2014).

Для выявления полиморфизма микросателлитных локусов наиболее часто используют SSR-маркеры (простые повторяющиеся последовательности). В первой работе по изучению SSR-полиморфизма у представителей рода *Rubus* микросателлитные участки выявляли методом блот-гибридизации по Саузерну, используя в качестве зонда две синтетические

ДНК-пробы с tandemно повторяющимися последовательностями GACA и GATA (Bussemeyer et al., 1997)

J. Graham с соавторами (Graham et al., 2002) были выявлены SSR-районы путем секвенирования клонов из библиотек, обогащенных последовательностями (AC)_n и (AG)_n. Разработанные праймеры были апробированы на выборке из 50 генотипов (сорта малины, сорта ежевики, образцы дикорастущих видов *R. grabowski*, *R. deliciosus* и межвидовые гибриды). В дальнейшем многочисленные группы исследователей создавали наборы SSR-маркеров для разных видов малин и ежевик: *R. coreanus* (Lee et al., 2015), *R. glaucus* (López et al., 2019), а также сортов ежевики (Lewers et al., 2008).

Созданные наборы SSR-маркеров широко используются для изучения генетического разнообразия и генотипирования сортов ежевики и малины (Castillo et al., 2010a). Так, группой отечественных учёных было протестировано 9 сортов малины и ежевики по 11 микросателлитным локусам (Лебедев и др., 2018). Был разработан метод генотипирования сортов малины, ежевики и малино-ежевичных гибридов отечественной и зарубежной селекции на основе микросателлитного анализа набора из 13 маркеров (Субботина и др., 2019). Коллегами из Беларуси были проанализированы 5 сортов ежевики различного генетического происхождения в целях дальнейшей паспортизации методом маркирования с использованием 8 SSR-маркеров (Гашенко и др., 2020). Все проводимые работы дают основание полагать актуальность изучения данной культуры при помощи SSR- маркеров в целях дальнейшей идентификации.

Материалы и методы

Выделение ДНК производилось по методике Doyle and Doyle (1990) с небольшими модификациями из свежесобранного растительного материала (молодых листьев).

Объекты исследований – 15 сортов ежевики биоресурсной коллекции ВНИИСПК: Agawam, Natchez, Karaka Black, Reuben, Texas, гибридная форма Т × С, Brzezina, Loch Maree, Erie, Ouachita, Helen, Thornfree, LochTay, Cacanska Bestrna, Chester (таблица 1).

Таблица 1 – Объекты исследований

Сорт	Плоидность	Происхождение
Агавам (Agawam)	2n=4x=28	<i>R. allegheniensis</i> Pozter
Натчез (Natchez)	2n=28	скрещивание селекционных линий
Карак Блэк (Karaka Black)	2n=6x=42	скрещивание селекционных линий
Рубен (Reuben)	2n=4x=28	скрещивание селекционных линий
Техас (Texas)	2n=6x=42	<i>R. loganovaccus</i>
Гибридная форма Т × С	2n=4x=28	Thornfree × <i>Rubus cauzasicus</i>
Бжезина (Brzezina)	2n=4x=28	Black Satin × Darrow
Лох Мери (Loch Maree)	2n=4x=28	Loch Ness × селекционные формы
Эри (Erie)	неизвестно	неизвестно
Вошита (Ouachita)	2n=4x=28	Navaho × Ark.1506
Хелен (Helen)	2n=6x=42	селекционные сеянцы × Silvan
Торнфри (Thornfree)	2n=4x=28	(Brainerd × Merton Thornless) × (Merton Thornless × Eldorado)
Лох Тей (LochTay)	2n=4x=28	Loch Ness × SCRJ82417D
Чачанска Бестрна (Cacanska Bestrna)	2n=4x=28	Dirksen Thornless × Black Satin
Честер (Chester)	2n=4x=28	Darrow × Thornfree

Для проведения ПЦР выделенную ДНК разбавляли. ПЦР проводили с использованием реактивов и BioTaq полимеразы фирмы Dialat Ltd. Проанализированные микросателлитные локусы перечислены в таблице 2. Они представляют 5 групп сцепления ежевики из 7.

Таблица 2 – Характеристика микросателлитных локусов, задействованных в анализе

Локус	ГС*	RM	t °C	Ведущий праймер с хвостом 5'→3'	Обратный праймер 5'→3'
ERubLR_SQ19_1_A05	5	GAA	50	aacaggtatgaccatga GTTTGCTTCCTTCGTCGTC	gttt TATACTAATGGCCACCTTGG
ERubLR_SQ01_B06	4	AGCG	53	aacaggtatgaccatga CCTCTACACCACCCCATCAG	gttt CGTCATCGTCATCTCTCTCG
RubPara_SQ008_D04	1	AT	53	aacaggtatgaccatga TTGAGAACCATGCCTACATATCTT	gttt GCTGGAAATGGATTGAATGG
ERubLR_SQ07_4_D05	3	AGC	50	aacaggtatgaccatga CTTCTTTCCAACCGATTTC	gttt ACGAATTGATTTCATCAACC
ERubLR_SQ06_2_E01	5	AT	53	aacaggtatgaccatga GCAGGAGTTGGACGAGTAG	gttt TTTCCAGATCAAACAAGACC
ERubLR_SQ01_M20	5	ATA	50	aacaggtatgaccatga TTACGAACACCCATTAATTTAAGTC	gttt AATCCTGAGACCGACGAGTG
RubEndo_SQ004_N23	4	TA	53	acaggtatgaccatga CACTGCAAGGTGTCGTTTGT	gttt ATAGCTCCGGCAATCCATC
ERubLR_SQ19_3_G09	4	GCTC	53	acaggtatgaccatga GTTGTCATCGTCATCTCTC	gttt AGAAAACCAACCCCTCTAC
ERubLR_SQ01_G16	7	TC	50	acaggtatgaccatga GCACCCTAATCTCCATGACC	gttt CCGCTGTAGTTCTGTAGGC
ERubLR_SQ07_2_H02	4	CTAG	50	aacaggtatgaccatga TGGCAATCAACCACTCTGTG	gttt CAAACCTGACAAACGCTCTTCC
ERubLR_SQ01_I20	5	TA	50	aacaggtatgaccatga TCTTTTGCGGTGGCTACAAG	gttt CAACCCGAAGTCTACAACAGC

Примечания: ГС – группа сцепления; RM – repeat motif; t°C – температура отжига

Условия ПЦР следующие: денатурация 5 мин при 95°C, затем 30 циклов – 30 с при 95°C, температура отжига специфична для конкретной пары праймеров, экспериментально подобранная – 30 с, 72°C – 30 с; финальная элонгация 72°C – 10 мин. Анализ полиморфизма ранее опубликованных микросателлитных локусов (Woodhead et al., 2008) проводили методом разделения в 8 % полиакриламидном геле (ПААГ) с последующим окрашиванием нитратом серебра. Размеры фрагментов определяли с помощью маркера молекулярного веса 10 bp DNA Ladder.

Результаты и их обсуждение

Всего на ДНК 15 образцов в 11 микросателлитных локусах было амплифицировано 48 аллелей (таблица 3). В каждом отдельном локусе наблюдалась амплификация от 2 (ERubLR_SQ07_4_D05, ERubLR_SQ06_2_E01) до 8 фрагментов (ERubLR_SQ01_M20) при анализе всех 15 генотипов ежевики. Как наиболее полиморфные локусы можно выделить: RubEndo_SQ004_N23, ERubLR_SQ01_G16, ERubLR_SQ01_M20.

Большинство сортов и форм ежевики имеют четыре базовых набора хромосом ($2n=4x=28$). В нашей работе большинство сортов тетраплоиды (Agawam, Reuben, гибридная форма Т×С, Brzezina, Loch Maree, Ouachita, Thornfree, LochTay, Cacanska Besterna, Chester) и несколько - гексаплоиды (Karaka Black, Texas, Helen). Теоретически возможно наблюдать 4 разных фрагмента, амплифицируемых на ДНК одного тетраплоидного генотипа, что зависит от уровня гетерозиготности анализируемого локуса. В исследованиях разноплоидных гибридов яблони (Пикунова и др., 2018) наблюдалось 3...4 фрагмента у тетраплоидных генотипов.

У сортов Agawam, Renben, Bzzezina, Ouachita, Chester, Natchez во всех изучаемых локусах амплифицировалось от одной до двух аллелей. Например, у сорта Natchez

наблюдается от одной до двух аллелей по всем проанализированным локусам (например, в локусе ERubLR_SQ19_3_G09 аллель в приблизительном размере 232 п.н., в локусе ERubLR_SQ01_B06 две аллели с приблизительными размерами 214 и 226 п.н. соответственно).

Таблица 3 – Характеристика полиморфизма 11-ти микросателлитных локусов у анализируемой выборки 15-ти сортообразцов с детекцией на ПААГ

№	Локус	Наблюдаемое количество фрагментов	Приблизительные размеры аллелей (п.н.)
1 GAA	ERubLR_SQ19_1_A05	4	220, 225, 230, 240
2 AGCG	ERubLR_SQ01_B06	4	214, 222, 226, 230
3 AT	RubPara_SQ008_D04	5	262, 264, 266, 268, 270
4 AGC	ERubLR_SQ07_4_D05	2	267, 270
5 AT	ERubLR_SQ06_2_E01	2	163, 166
6 ATA	ERubLR_SQ01_M20	8	253, 256, 259, 271, 280, 283, 286, 292
7 TA	RubEndo_SQ004_N23	6	220, 224, 236, 240, 250, 270
8 GCTC	ERubLR_SQ19_3_G09	3	228, 232, 236
9 TC	ERubLR_SQ01_G16	7	220, 225, 230, 235, 240, 245, 260
10 CTAG	ERubLR_SQ07_2_H02	3	252, 260, 264
11 TA	ERubLR_SQ01_I20	4	225, 230, 245, 260

У ряда изучаемых сортов амплифицировалось от 1 до 3 аллелей по всем изучаемым локусам (у сортов Texas, гибридная форма TxC, Loch Mere, Helen, Thornfree, Loch Tey, Erie). Например, у гибридной формы TxC в локусе ERubLR_SQ01_G16 амплифицировалось 3 аллеля, у сорта Erie амплифицировался 1 аллель в локусе ERubLR_SQ019_3_G09. У сорта Sacanska Bestrna в локусе ERubLR_SQ01_M20 амплифицировалось 2 аллеля

В среднем один генотип тетраплоидного сорта по всем 11 локусам амплифицирует 18 аллелей. У гексаплоидных сортов амплифицировалось от 2 до 4 фрагментов (у сорта Karaka Black в локусе ERubLR_SQ01_G16 амплифицировалось 4 аллеля). Один гексаплоидный генотип в среднем амплифицирует 25 аллелей по всем локусам.

В работе M. Woodhead с соавт. (2008) было проанализировано 9 родов *Rubus* (*R. fruticosus*, *R. geoides*, *R. grabowski*, *R. idaeus*, *R. lacustre*, *R. macraei*, *R. mesogaeus*, *R. coreanus*, *R. strigosus*) и одна гибридная форма *Eubatus* × *Ideobatus* hybrid более чем по 20-ти микросателлитным локусам, в том числе по 11 локусам, которые изучались в нашей работе. В работе M. Woodhead с соавт. в локусах ERubLR_SQ19_1_A05, ERubLR_SQ01_B06, ERubLR_SQ07_4_D05, ERubLR_SQ06_2_E01, RubEndo_SQ004_N23, ERubLR_SQ19_3_G09, ERubLR_SQ07_2_H02 наблюдается наибольшее количество аллелей маркеров в сравнении с полученными нами данными. Причиной этому может служить наиболее разнообразная выборка. Однако в некоторых локусах, таких как RubPara_SQ008_D04, ERubLR_SQ01_M20 и ERubLR_SQ01_I20 в выборке, используемой в наших исследованиях, было обнаружено большее количество аллелей данных маркеров, то есть выборка оказалась более полиморфной.

Полиморфизм в микросателлитных локусах обусловлен, как правило, различным числом повторений определенного набора нуклеотидов – мотива. Мотив может состоять из разного числа нуклеотидов – от двух пар нуклеотидов (динуклеотидные повторы) и выше (три-, тетра- пентануклеотидные повторы). Соответственно, размеры аллелей могут отличаться минимум на 2 п.н. (если локус представляет собой динуклеотидные повторы), 3 п.н. (тринуклеотидный повтор), 4 п.н. (тетрануклеотидный повтор) и т.д. Некоторые авторы отмечают, что использование динуклеотидных повторов сопряжено с рядом недостатков, и

отмечают что наиболее удобны для практического использования микросателлиты ограничивающие повторяющиеся мотивы свыше динуклеотидных (Кветко и др., 2019)

Наиболее современным методом детекции полиморфизма микросателлитных локусов является разделение путём капиллярного электрофореза, поскольку позволяет различить фрагменты с разницей в одну пару нуклеотидов. Его минусом является необходимость наличия дорогостоящего оборудования, например, ABI prizm Genetic Analyser. Детекция в 8% полиакриламидном геле (ПААГ) так же может подходить для ряда задач при работе с микросателлитными локусами. В вопросах генетической паспортизации данную методику можно рассматривать как промежуточный диагностический этап, поскольку разрешающая способность ПААГ ограничена и чем ближе фрагменты по размеру, тем их сложнее разделить в геле. Визуальное разделение фрагментов зависит и от размеров фрагментов, так в диапазоне 150...200 п.н. фрагменты с разницей в 2 п.н. разделяются лучше, чем в диапазоне 200...250 п.н.

Разделение в ПААГ локусов с динуклеотидным повтором требует особенно длительной пробежки и идеальной окраски (рисунок 1). Однако, как прослеживается на представленной электрофореграмме, учет некоторых фрагментов затруднителен. Несмотря на это можно проследить что в локусе RubPara_SQ008_D04 на всех изучаемых генотипах амплифицируется 5 фрагментов с приблизительными размерами 262, 264, 266, 268, 270 п.н.

Легче учитывать данные при разделении ПЦР продуктов в ПААГ для локусов, представляющих три- и тетрануклеотидные повторы.

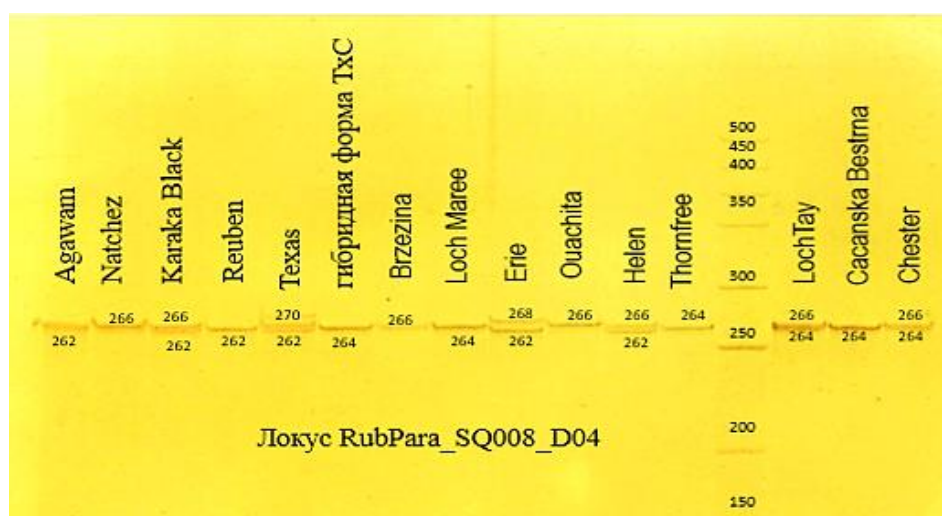


Рисунок 1 – Локус RubPara_SQ008_D04 по изучаемым сортам на 8 % полиакриламидном геле (ПААГ)

Выводы

На данном этапе методики амплификации по 11 микросателлитным локусам отработаны. Все локусы полиморфны. В дальнейшем данные локусы могут быть использованы для генетической паспортизации сортов ежевики и в работе с генетическими ресурсами.

Выявлены наиболее полиморфные локусы, амплифицирующие на данной выборке 6...8 аллелей (ERubLR_SQ01_M20, RubEndo_SQ004_N23, ERubLR_SQ01_G16). Анализ динуклеотидных локусов (RubPara_SQ008_D04, ERubLR_SQ06_2_E01, RubEndo_SQ004_N23, ERubLR_SQ01_G16, ERubLR_SQ01_I20) с учетом размеров повторяющихся мотивов рекомендуется проводить путём фрагментного электрофореза.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Гашенко Т.А., Фролова Л.В., Козловская З.А. Молекулярно-генетическая паспортизация сортов ежевики в Беларуси // Гродно: ГГАУ. 2020.
2. Грюнер Л.А., Корнилов Б.Б. Приоритетные направления и перспективы селекции ежевики в условиях средней полосы России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Т. 24, № 5. С. 489-500. <https://doi.org/10.18699/VJ20.641> EDN: [UGZOAQ](#)
3. Дунаева С.Е., Красовская Л.С., Гавриленко Т.А. Сохранение генетических ресурсов рода *Rubus* (Rosaceae) *ex situ* (обзор) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. Т. 183, № 1. С. 236-253. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-236-253> EDN: [VYRUCH](#)
4. Каган Д.И., Шестибратов К.А., Лебедев В.Г., Азарова А.Б., Филиппов М.С., Бесов С.А., Барсукова М.М. Паспортизация сортов малины и ежевики и изучение их филогенетических взаимоотношений методом RAPD-анализа // Биотехнологические приемы в сохранении биоразнообразия и селекции растений: материалы конференции. Минск, 2014. С. 101-104. EDN: [ZBVWAN](#)
5. Кветко Е.П., Кузмицкая П.В., Межнина О.А., Урбанович О.Ю. Разработка и анализ SSR-маркеров для идентификации сортов и видов представителей рода *Malus* // Селекция и сортотразведение садовых культур. 2019. Т. 6, № 2. С. 30-33. EDN: [VLIWUX](#)
6. Лебедев В.Г., Субботина Н.М., Киркач В.В., Видягина Е.О., Поздняков И.А., Шестибратов К.А. Анализ микросателлитных локусов как первый этап на пути к маркерной селекции малины и земляники // Селекция и сортотразведение садовых культур. 2018. Т. 5, № 1. С. 65-68. EDN: [UUGETS](#)
7. Пикунова, А.В., Седов, Е.Н., Токмаков, С.В., Супрун, И.И., Горбачева, Н.Г., Должикова, М.А., Серова, З. М. Полиморфизм микросателлитных локусов разнотипных генотипов яблони (*Malus domestica* Borkh.) // Генетика. 2018. Т. 54, № 4. С. 447-455. <https://doi.org/10.7868/S0016675818040069> EDN: [YWMRSO](#)
8. Субботина Н.М., Лебедев В.Г., Шестибратов К.А. Генотипирование сортов малины, ежевики и малино-ежевичных гибридов с использованием микросателлитных маркеров // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии: материалы конференции. М., 2019. С. 53-54. EDN: [TWTSRJ](#)
9. Bussemeyer D.T., Pelikan S., Kennedy R.S., Rogstad S.H. Genetic diversity of Philippine *Rubus moluccanus* L. (Rosaceae) populations examined with VNTR DNA probes // Journal of Tropical Ecology. 1997. Vol. 13, N 6. P. 867-884. <https://doi.org/10.1017/S0266467400011044>
10. Castillo N.R.F., Reed B.M., Graham J., Fernandez-Fernandez F., Bassil N.V. Microsatellite markers for raspberry and blackberry // Journal of the American Society for Horticultural Science. 2010. Vol. 135, N 3. P. 271-278. <https://doi.org/10.21273/JASHS.135.3.271>
11. Doyle J.J., Doyle J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue // Focus. 1990. Vol. 12, N 1. P.13-15.
12. Graham J., Jennings N. Raspberry breeding // Breeding plantation tree crops: temperate species. New York: Springer, 2009. P. 233-248. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71203-1_7
13. Graham J., Smith K., Woodhead M., Russell J.R. Development and use of simple sequence repeat SSR markers in *Rubus* species // Molecular Ecology Notes. 2002. Vol. 2, N 3. P. 250-252. <https://doi.org/10.1046/j.1471-8286.2002.00203.x>
14. Lee G.A., Song J.Y., Choi H.R., Chung J.W., Jeon Y.A., Lee J.R., Ma K.H., Lee M.C. Novel microsatellite markers acquired from *Rubus coreanus* Miq. and cross-amplification in other *Rubus* species // Molecules. 2015. Vol. 20, N 4. P. 6432-6442 <https://doi.org/10.3390/molecules20046432>
15. Lewers K., Saski C., Cuthbertson B., Henry D., Staton M., Main D., Dhanaraj A., Rowland L., Tomkins J. A blackberry (*Rubus* L.) expressed sequence tag library for the development of simple sequence repeat markers // BMC Plant Biology. 2008. Vol. 8, N 1. P. 1-8.

16. Lopez A., Barrera C., Marulanda M. Evaluation of SSR and SNP markers in *Rubus glaucus* Benth progenitors selection // *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2019. Vol. 41. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019081>
17. Woodhead, M., Smith, K., Williamson, S., Cardle, L., Mazzitelli, L., Graham, J. Identification, characterisation and mapping of simple sequence repeat (SSR) markers from raspberry root and bud ESTs // *Molecular breeding*. 2008. Vol. 22, N 4. P. 555-563. <https://doi.org/10.1007/s11032-008-9198-y>

References

1. Gashenko, T.A., Frolova, L.V., & Kozlovskaya, Z.A. (2020). *Molecular genetic certification of blackberry cultivars in Belarus*. Grodno: GGAU. (In Russian).
2. Gruner, L.A., & Kornilov, B.B. (2020). Priority directions and prospects of blackberry breeding in the conditions of central Russia. *Vavilovsky journal of genetics and breeding*, 24, 489-500. <https://doi.org/10.18699/VJ20.641> EDN: [UGZAOA](https://elibrary.ru/ugzaoa) (In Russian, English abstract).
3. Dunaeva, S.E., Krasovskaya, L.S., & Gavrilenko, T.A. (2022). Preservation of genetic resources of the genus *Rubus* (Rosaceae) ex situ (review). *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 183(1), 236-253. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-236-253> EDN: [VYRUCH](https://elibrary.ru/vyruch) (In Russian, English abstract).
4. Kagan, D.I., Shestibratov, K.A., Lebedev, V.G., Azarova, A.B., Filippov, M.S., Besov, S.A., & Barsukova, M.M. (2014). Certification of raspberry and blackberry cultivars and study of their phylogenetic relationships by RAPD-analysis method. In *Biotechnological techniques in biodiversity conservation and plant breeding: proc. sci. conf.* (pp. 101-104). Minsk,. EDN: [ZBVWAH](https://elibrary.ru/zbv wah) (In Russian).
5. Kvetko, E.P., Kuzmitskaya, P.V., Mezhnina, O.A., & Urbanovich, O.Yu. (2019). Development and analysis of SSR markers for identification of cultivars and species of *Malus* representatives. *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops*, 6(2), 30-33. EDN: [VLIWUX](https://elibrary.ru/vliwux) (In Russian, English abstract).
6. Lebedev, V.G., Subbotina, N.M., Kirkach, V.V., Vidyagina, E.O., Pozdnyakov, I.A., & Shestibratov, K.A. (2018). Analysis of microsatellite loci as the first stage on the way to marker selection of raspberries and strawberries. *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops*, 5(1), 65-68. EDN: [UUGETS](https://elibrary.ru/uugets) (In Russian, English abstract).
7. Pikunova, A.V., Sedov, E. N., Tokmakov, S. V., Suprun, I.I., Gorbacheva, N.G., Dolzhikova, M.A., & Serova, Z.M. (2018). Polymorphism of microsatellite loci of apple genotypes of different ploidy (*Malus domestica* Borkh.). *Genetika*, 54(4), 447-455. <https://doi.org/10.7868/S0016675818040069> EDN: [YWMRSO](https://elibrary.ru/ywmrso) (In Russian, English abstract).
8. Subbotina, N.M., Lebedev, V.G., & Shestibratov, K.A. (2019). Genotyping of raspberry, blackberry cultivars and raspberry-blackberry hybrids using microsatellite markers. In *Biotechnology in crop production, animal husbandry and agricultural microbiology: proc. sci. conf.* (pp. 53-54). Moscow. EDN: [TWTSRJ](https://elibrary.ru/twtsrj) (In Russian).
9. Bussemeyer, D.T., Pelikan, S., Kennedy, R.S., & Rogstad, S.H. (1997). Genetic diversity of Philippine *Rubus moluccanus* L. (Rosaceae) populations examined with VNTR DNA probes. *Journal of tropical ecology*, 13(6), 867-884. <https://doi.org/10.1017/S0266467400011044>
10. Castillo, N.R.F., Reed, B.M., Graham, J., Fernandez-Fernandez, F., & Bassil, N.V. (2010). Microsatellite markers for raspberry and blackberry. *Journal of the American society for horticultural science*, 135(3), 271-278. <https://doi.org/10.21273/JASHS.135.3.271>
11. Doyle, J.J., & Doyle, J.L. (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12(1), 13-15.
12. Graham, J., & Jennings, N. (2009). Raspberry breeding. In *Breeding plantation tree crops: temperate species* (pp. 233-248). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71203-1_7

13. Graham, J., Smith, K., Woodhead, M., & Russell, J.R. (2002). Development and use of simple sequence repeat SSR markers in *Rubus* species. *Molecular ecology notes*, 2(3), 250-252. <https://doi.org/10.1046/j.1471-8286.2002.00203.x>
14. Lee, G.A., Song, J.Y., Choi, H.R., Chung, J.W., Jeon, Y.A., Lee, J.R., Ma, K.H., & Lee, M.C. (2015). Novel microsatellite markers acquired from *Rubus coreanus* Miq. and cross-amplification in other *Rubus* species. *Molecules*, 20(4), 6432-6442 <https://doi.org/10.3390/molecules20046432>
15. Lewers, K., Saski, C., Cuthbertson, B., Henry, D., Staton, M., Main, D., Dhanaraj, A., Rowland, L., & Tomkins, J. (2008). A blackberry (*Rubus* L.) expressed sequence tag library for the development of simple sequence repeat markers. *BMC plant biology*, 8(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-8-69>
16. Lopez, A., Barrera, C., & Marulanda, M. (2019). Evaluation of SSR and SNP markers in *Rubus glaucus* Benth progenitors selection. *Revista brasileira de fruticultura*, 41. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019081>
17. Woodhead, M., Smith, K., Williamson, S., Cardle, L., Mazzitelli, L., & Graham, J. (2008). Identification, characterisation and mapping of simple sequence repeat (SSR) markers from raspberry root and bud ESTs. *Molecular breeding*, 22(4), 555-563. <https://doi.org/10.1007/s11032-008-9198-y>

Авторы:

Мария Александровна Должикова, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории биохимической генетики ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», dolzhikova@vniispk.ru

Анна Викторовна Пикунова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией биохимической генетики ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», pikunova@vniispk.ru

Анна Андреевна Павленко, младший научный сотрудник лаборатории биохимической генетики ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», pavlenko@vniispk.ru

Лидия Андреевна Грюнер, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции, сортоизучения и сортовой агротехники крыжовника, малины и земляники ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», gruner@vniispk.ru

Борис Борисович Корнилов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции, сортоизучения и сортовой агротехники крыжовника, малины и земляники ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», kornilov@vniispk.ru

Authors details:

Maria Dolzhikova, PhD student, junior researcher in biochemical genetics laboratory of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), dolzhikova@vniispk.ru

Anna Pikunova, PhD in Biology, leading researcher, Head of biochemical genetics laboratory of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), pikunova@vniispk.ru

Anna Pavlenko junior researcher in biochemical genetics laboratory of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), pavlenko@vniispk.ru

Lydia Gruner, PhD in Agriculture, leading researcher in laboratory of selection and variety study of gooseberries, raspberries and strawberries of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), gruner@vniispk.ru

Boris Kornilov, PhD in Agriculture, senior researcher in laboratory of selection and variety study of gooseberries, raspberries and strawberries of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), kornilov@vniispk.ru

ОЦЕНКА СОРТОВ ЗЕМЛЯНИКИ ПО СОДЕРЖАНИЮ РАСТВОРИМЫХ СУХИХ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ

А.А. Кузьмина 

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» 630501, ул. С-100, 21, п.г.т. Краснообск, Новосибирская область, Россия, sibniirs@bk.ru

Аннотация

В статье представлена оценка 38 сортов земляники садовой однократного типа плодоношения по содержанию растворимых сухих веществ (РСВ) в условиях лесостепи Новосибирского Приобья. Опыты проводилось в условиях открытого грунта в 2018...2020 годах в течение двух циклов культивирования на посадках 2016, 2018 годов; почвенный покров представлен серыми лесными почвами; полив и пестициды не применялись. Периоды «начало вегетации – сбор урожая» в 2018...2020 годы отличались контрастными показателями по влагообеспеченности и температуре воздуха. Содержание РСВ определяли в полевой лаборатории с использованием рефрактометра RI 3. Анализировали ягоды на пике их спелости, которую оценивали визуально по характерной сорту окраске поверхности и продольного среза, без размягчения тканей. Для двухфакторного анализа использовали наилучший показатель за период сбора урожая. Сорта коллекции были разбиты на группы: первая объединяла наиболее адаптированные к местным условиям; вторая – менее адаптированные и малоизученные. За три года при благоприятных условиях на момент сбора содержание РСВ в ягодах на стадии полной спелости определено на уровне: $\geq 10,0\%$ у всех исследуемых сортов; $\geq 12\%$ – у 71% сортов. Дисперсионный анализ результатов по 1 группе сортов показал, что изменчивость изученного признака в большей степени обусловлена генетическим разнообразием (48,7...75,9%). Достоверность влияния фактора «генотип» не подтвердилась ($p = 0,138$) при сравнении данных, полученных в годы (2018, 2020) с контрастными метеоусловиями, при этом степень влияния условий года составила 21,8% ($p = 0,001$). Стабильно высокие показатели ($V < 10\%$) за три года отмечены у сортов: Анастасия (p) (10,2...12,5%), Лутовская (10,5...12,6%); Танюша (11,0...12,5%); Elsanta (p) (11,3...13,0%), Нонеоуе (12,6...15,2%). Для группы 2 (2019...2020 г.) установлено существенное влияние обоих факторов: «генотип» 60,3% ($p = 0,038$), «год» 12,6% ($p = 0,014$). В группе 2 по содержанию РСВ выделены сорта: наиболее стабильные ($HCP_{05} = 1,01\%$) Берсенеvская (10,23...10,94%), Кокинская заря (11,49...12,40%), Садовоспаская (11,39...12,23%); с содержанием РСВ $> 12,0\%$ – Gigantella, Corona, Vima Xima; соответствовал обоим параметрам – Vima Kimberly (13,70...14,36%).

Ключевые слова: *Fragaria* × *ananassa*, коллекция, сорта короткого дня, ягода, рефрактометрический метод, дисперсионный анализ, лесостепь Новосибирского Приобья

EVALUATION OF STRAWBERRY VARIETIES BY THE SOLUBLE SOLIDS CONTENT IN THE FOREST-STEPPE OF THE NOVOSIBIRSK OB REGION

A.A. Kuzmina 

SibRIPP&B – Branch of ICG SBRAS, C-100 st., 21, Krasnoobsk, Novosibirsk oblast. Russia, sibniirs@bk.ru

Abstract

This article presents the assessment of 38 single-fruiting strawberry cultivars for the soluble solids content (SSC) in the conditions of the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region. Experiments were carried out on plantings in 2016, 2018 for two cultivation cycles; the soil cover was represented by gray forest soils; irrigation and pesticide were not used. The years of the study 2018–2020 were distinguished by contrasting indicators of moisture availability and air temperature during the periods of crop formation. SSC was determined in a field laboratory using a refractometer “RI3”, the results were expressed in percentages. Berries without defects were analyzed at the peak of their ripeness, which was evaluated visually by the characteristic color of the fruit surface and the longitudinal section. The best indicator for the harvest period was used for a two-factor variance analysis (ANOVA). The cultivars of the collection were grouped according to their adaptability to local conditions: 1: the most adaptable; 2: less adaptable, including poorly studied samples. The SSC for three years was determined $\geq 10.0\%$ in all the studied cultivars and $\geq 12\%$ in 71% of cultivars. The ANOVA results for the first group of cultivars showed that the variability of the studied trait was more influenced by the genotype factor (48.7–75.9%), its effect was insignificant ($p = 0.138$) when comparing the data obtained in the years (2018, 2020) with contrasting weather conditions, while the degree of the influence of weather conditions of the year was 21.8% ($p = 0.001$). Such cultivars as Anastasia (10.2–12.5%), Lutovskaya (10.5–12.6%); Tanyusha (11.0–12.5%); Elsanta (11.3–13.0%) and Honeoye (12.6–15.2%) showed consistently high indicators ($V < 10\%$) for three years. The ANOVA results for group 2 found significant influences of both factors: “genotype” 60.3% ($p = 0.038$) and “year” 12.6% ($p = 0.014$). The cultivars in the 2nd group were distributed according to the data for two years: Bersenevskaya (10.23–10.94%), Kokinskaya Zarya (11.49–12.40%) and Sadvospasskaya (11.39–12.23%) as the most stable cultivars ($LSD_{05} = 1.01\%$); Gigantella, Corona and Vima Xima had the $SSC > 12.0\%$; Vima Kimberly corresponded to both parameters (13.70–14.36%).

Key words: *Fragaria* × *ananassa*, collection, short-day varieties, berry, refractometric method, ANOVA, forest-steppe of the Novosibirsk Ob region

Введение

Земляника садовая (*Fragaria* × *ananassa*) является одной из популярных ягодных культур в садах Сибири (Стольников, 2014). В Новосибирской области ее характеризуют стратегической культурой за высокую степень эффективности производства и востребованности (Белых, и др., 2016). Богатый витаминный набор, содержащийся в ягодах земляники, делает потребление свежих ягод за короткий сезон плодоношения земляники прекрасным профилактическим мероприятием для здоровья населения Сибири (Золотарева и др., 2003).

Одним из критериев предпочтений потребителей считается вкус ягод с преобладанием сладости, уровень которой можно определить по содержанию РСВ, так как этот признак отличается высокой взаимосвязью с содержанием сахаров в ягодах (Зубов, 2004; Jouquand, et al., 2008; Причко и др., 2011; Krüger, et al., 2012; Pereira da Silva, 2017; Di Vittori, et al., 2018).

Положительные корреляции содержания РСВ установлены: с величиной сахарокислотного индекса и содержанием аскорбиновой кислоты (Зубкова и др., 2020); с содержанием фосфора в ягодах земляники (Сао, 2015). Показатель используют также: для прогнозирования сроков сбора ягод (Mazzoni et al., 2020), выявления параметров, определяющих твердость тканей мякоти, для построения прогностических моделей качества земляники (Xie et al., 2021; Zushi et al., 2023).

Общепризнанным фактом является зависимость накопления РСВ в ягодах земляники от генотипа и окружающей среды (Carocasa et al., 2008 Andronova, 2018), но значимость влияния того или иного фактора на разнообразие полученных данных оценивается в разной степени.

Не смотря на широкий спектр исследований по землянике, проведенных в Новосибирской области, литературных данных по содержанию РСВ по сортам практически нет. Ориентиром остаются: районированный сорт Фестивальная – 10,9% и местный сорт Бердский рубин 9,8% (Золотарева и др., 2003). Для расширения объема информационной базы по сортам земляники и реализации селекционной программы была поставлена цель: провести сравнительную оценку коллекционных сортов земляники садовой короткого светового дня по накоплению РСВ в условиях лесостепи Новосибирского Приобья.

Материалы и методы

Исследования выполнены в 2018...2020 гг. на базе Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиал института цитологии и генетики СО РАН. Объектами исследований являлись ягоды 38 помологических сортов земляники садовой российской и зарубежной селекции (таблица 1), семь из которых районированы (р) по 1 зоне садоводства «Новосибирская» Новосибирской области: Анастасия, Первоклассница, Солнечная полянка, Фестивальная, Фея, Юния смайдс, Elsanta (Сортовое районирование..., 2022).

Таблица 1 – Коллекционные опыты земляники садовой (п. Мичуринский, Новосибирский район, Новосибирская область)

Опыт	Год посадки	Группа	Сорт
А	2016	1	Анастасия (р) Альфа, Бердский рубин, Даренка, Десна, Кокинская ранняя, Лафания, Лутовская Орлец Первоклассница (р), Розана, Танюша, Фейерверк, Фестивальная (р), Фестивальная ромашка, Фея (р), Юния Смайдс (р) Asia, Cardinal, Elsanta (р), Gigantella, Honeoye, Lord, Maria, Vima Zanta
Б ₁	2018		
Б ₂	2018	2	Александрина, Берсенева, Русич, Садовоспаская, Солнечная полянка (р), Царица, Alba, Clery, Corona, , Onda, Vicoda, Vima Kimberly, Vima Xima

Коллекционные опыты заложены по 30...60 растений на делянке: опыт А в августе 2016 года укорененными розетками того же года (в связи с переносом коллекции); опыт Б в мае 2018 года однолетними растениями. Опыты А и Б₁ были представлены сортами наиболее адаптированными к местным условиям (группа 1). Вторая группа (опыт Б₂) объединяла сорта: менее устойчивые к стресс-факторам и новые в коллекции: Александрина, Кокинская заря, Русич, Солнечная полянка (р), Царица (таблица 1).

Участок сортоизучения земляники располагался на участке площадью 8 га, окруженном защитной полосой из берез, тополей (п. Мичуринский, Новосибирского района, Новосибирской области). Участок представлен серыми лесными почвами с pH = 5,79 и содержанием в пахотном горизонте (25 см): гумуса 2,5%; фосфора и калия по Чирикову

50,0 мг/100г и 25,95 мг/100г, соответственно. Агротехника: предшественник – черный пар, на делянках ручная обработка почвы, полив отсутствовал, пестициды не использовались для поддержания естественного фона и экологии вблизи жилых строений.

Годы исследований 2018...2020 отличались контрастными показателями по влагообеспеченности и температуре воздуха в период апрель – июль (таблица 2). В 2018 году в мае отмечены среднесуточная температура месяца $+7,0^{\circ}\text{C}$ (самый холодный май за последние 50 лет) и осадки на 137% выше нормы. В 2020 г. наблюдалось редкое сочетание – теплые апрель ($+8,2^{\circ}\text{C}$) и май ($+15,5^{\circ}\text{C}$) с количеством осадков выше нормы на 58%. Возвратные заморозки на опытном участке в данные годы не зарегистрированы.

Таблица 2 – Метеорологические условия за апрель – июль 2018...2020 гг. (по данным агрометеостанции «Огурцово» пос. Элитный).

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль
Среднесуточная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$				
2018	3,3	7,0	19,1	18,5
2019	3,8	10,9	16,4	19,2
2020	8,2	15,5	16,6	19,7
Норма	2,3	11,8	17,1	19,4
Количество осадков, мм				
2018	21,8	80,5	70,2	64,6
2019	12,0	43,2	25,2	98,0
2020	8,0	53,7	23,8	84,9
Норма	27,0	34,0	55,0	66,0

Содержание РСВ определяли в полевой лаборатории с помощью рефрактометра RL-3 в соответствии с руководством по эксплуатации прибора, результаты выражены в %. Сбор ягод проводили в сухую погоду в утренние часы. Из собранных ягод отбирали ягоды с более интенсивной равномерной окраской поверхности, характерной стадии полной спелости для каждого помологического сорта. Дополнительно оценивалась окраска центральных (продольных) срезов ягоды, при максимально идентичной окрашенности мякоти полученные результаты на 3...5 ягодах были в пределах доверительного интервала при надежности 0,95. Так как изученные сорта различались по продолжительности плодоношения (количество сборов 1...4), при анализе данных рассматривали наилучший показатель сорта за сезон сбора.

Статистическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа (Блинова, Огольцова, 1999) с помощью программного пакета Microsoft Excel. Ранжирование сортов проводили на основании дисперсионного анализа при статистически значимых различиях ($p < 0,05$) по факторам «генотип» и «год» с помощью критерия Дункана, сорта сопровождалась одинаковыми буквами при незначимом различии по наименьшей существенной разнице (НСР). Все районированные сорта участвовали в общем конкурсе.

В работе использованы: гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) Г.Т. Селянинова; шкала градации уровней изменчивости С.А. Мамаева; обозначения: М – среднее, $\pm m$ – ошибка среднего, V – коэффициент варьирования, %.

Результаты и их обсуждение

Метеорологические показатели в периоды формирования урожая 2018...2020 гг. различались по динамике накопления активных температур, равномерности и количеству выпавших осадков, что значительно повлияло на сроки плодоношения земляники (таблица 3) и общее состояние растений.

Таблица 3 – Метеорологические условия периода плодоношения земляники 2018...2020 гг.

Показатели	Год		
	2018	2019	2020
Период плодоношения	02.07...24.07.	25.06...17.07.	10.06...9.07.
Среднесуточная температура (ССТ), °С	19,1	18,3	18,8
Осадки, мм	55,9	76,2	27,4
Количество дождливых суток, сутки	8	6	13
Осадки за сутки, мм	0,3...32,2	0,3...37,0	0,4...11,0
ГТК	1,27	1,73	0,48

Период плодоношения в 2018 году был отмечен в поздние сроки 2.07...24.07, ему предшествовал теплый июнь с достаточным увлажнением (ГТК = 1,19), что способствовало активному росту столонов и формированию розеток. Также отмечено поражение болезнями в разной степени на растениях всех сортов; ухудшение общего состояния – у отдельных сортов.

Учет урожая в 2019 году проведен 25.06...17.07 – период с избыточным переувлажнением (ГТК = 1,73) в связи с осадками 76,2 мм на фоне среднесуточной температуры +18,3°C, но с преобладанием сухой погоды, так как отмечено 25% суток с осадками 0,3...37,0 мм.

В 2020 г. наблюдалось хорошее восстановление растений после зимы и ранее начало цветения. Период созревания ягод пришёлся на 11.06...9.07 и отмечен как самый сухой сезон за три года (ГТК = 0,48), при этом 45% составляли сутки с осадками 0,4...11,0 мм.

Высокому накоплению РСВ способствуют обилие тепла в сочетании с хорошей влагообеспеченностью и сухая погода в период созревания ягод (Золотарева и др., 2003; Айтжанова и др., 2013). На данный показатель отрицательно влияют обилие осадков в период созревания и непосредственно предшествующие анализу дожди (Жбанова и др., 2016). Как показали исследования, самые высокие средние показатели отмечены в 2020 г. в группе 1 – 11,75%, в группе 2 – 12,69% (таблица 4).

Таблица 4 – Диапазон и степень варьирования содержания РСВ в ягодах, 2018...2020 гг., %

Опыт	Год учета	Min	Max	$\bar{x}$	V
A	2018	7,32	13,10	10,34	15,9
A	2019	5,72	18,73	11,23	26,4
Б ₁	2019	7,52	16,53	11,43	22,2
Б ₁	2020	10,21	13,72	11,75	8,7
Б ₂	2019	8,56	14,32	11,37	15,6
Б ₂	2020	9,86	16,40	12,69	14,3

Средний и повышенные уровни варьирования признака отмечены в опытах А. и Б₁ в 2019 г. 26,4% и 22,2%, соответственно. Самый низкие пределы изменений признака 7,32...13,10% ($\bar{x}$ = 10,34%; V = 15,9%) отмечены в 2018 году, который характеризовался обилием осадков в период цветения и налива ягод.

Результаты дисперсионных анализов, проведенных попарным сравнением данных по годам и опытам, показал, что доля влияния фактора «генотип» на разнообразие изучаемого признака была велика 48,7...75,9%, но отличалась по уровню значимости 0,002...0,261 (таблица 5).

Влияние окружающей среды на разнообразие признака играло существенную роль в двух сравнениях данных: опыта Б₂. за 2019...2020 гг. (12,6%; p = 0,014); опытов А за 2018 г. и Б₁ за 2020 г. (21,8%; p = 0,001).

Таблица 5 – Анализ влияния факторов на содержание растворимых сухих веществ в земляники садовой, 2018...2020 гг.

Опыт, год анализа	Источник вариации				Погрешность доля влияния, %
	Генотип		Год		
	доля влияния, %	p-значение	доля влияния, %	p-значение	
Опыт А, 2018...2019 гг.	75,9	0,002	3,5	0,075	20,7
Опыты А, Б ₁ , 2019 г.	72,1	0,017	0,1	0,748	27,8
Опыт Б ₁ , 2019...2020 гг.	56,6	0,261	0,7	0,557	42,6
Опыт А, 2018 г.; опыт Б ₁ 2020 г.	48,7	0,130	21,8	0,001	29,5
Опыт Б ₂ 2019...2020 гг.	63,0	0,038	12,6	0,014	24,4

Дисперсионный анализ по опыту Б₁ за 2019...2020 годы не установил существенных различий по обоим факторам, при этом доля погрешности составляла 42,6%, что могло означать различия генотипических реакций на условия внешней среды.

В тех же средовых условиях, но с другим набором сортов, в опыте Б₂ оба фактора имели существенные доли влияния: «генотип» 63,0% ($p = 0,038$); «год» – 12,6% ($p = 0,014$).

Дисперсионный анализ данных за 2018 (опыт А) и 2020 (опыт Б₁) годы, которые резко контрастировали между собой по условиям вегетационных сезонов, установил влияние на формирование признака: значимое фактора «год» (21,8%; $p = 0,001$), несущественное – «генотип» (48,7%; $p = 0,130$).

Сравнение показателей, полученных в 2019 году в опыте: А и Б₁, показало существенное генотипическое влияние на разнообразие изученного признака (72,1%; $p = 0,017$), слабое влияние фактора «год» (0,1%). Доля погрешности составила 27,8%, что возможно вызвано генотипической реакцией на состояние разновозрастных растений.

Общие результаты дисперсионного анализа показали, что для достоверной оценки признака двух лет может быть недостаточно по причинам: низкого уровня варьирования признака по группе при благоприятных условиях накопления РСВ, или схожей генотипической реакцией на негативные гидротермические условия года. Использование разновозрастных посадок на одном участке в качестве повторностей в один год исследований представляет интерес для установления взаимного влияния факторов «генотип × год» на содержание РСВ.

В течение трех лет на стадии полной спелости определены показатели на уровне: $\geq 10,0\%$ у 100% изученных сортов; $\geq 12\%$ – у 71%, что соответствовала современным параметрам качества земляники по содержанию РСВ: в свежих ягодах оно должно быть около или выше 12% (Зубов, 2004), для переработки не менее 10% (Жбанова, Лукьянчук, 2015). В 1 группе сортов (таблица 6) отмечены с диапазоном изменений за три года: выше 10% – 11 сортов (Анастасия (р), Бердский рубин, Даренка, Десна, Лутовская, Орлец, Танюша, Фестивальная ромашка, Elsanta (р), Vima Zanta); выше 12% – 2 сорта (Cardinal, Honeoye).

В результате ранжирования по содержанию РСВ среди районированного сортимента выделились следующие сорта: Анастасия (10,2...12,5 %) и Elsanta (11,3...13,0 %), последний отмечен как стабильный по годам.

По результатам опыта Б₂ было проведено ранжирование сортов по двум параметрам: среднему значению содержания РСВ за два года, где $НСР_{05 \text{ генотип}} = 3,29\%$; по разности годовых значений - $НСР_{05 \text{ год}} = 1,01\%$ (таблица 7).

Таблица 6 – Содержание растворимых сухих веществ в ягодах земляники 2018...2020 гг. (группа 1)

Сорт	Опыт А, 2018...2019 гг.	Опыт А, 2019 г. Опыт Б ₁ , 2019 г.	Опыт А, 2018 г. Опыт Б ₁ , 2020 г.	Диапазон изменений
	$M \pm m$, % *	$M \pm m$, % **	$M \pm m$, % ***	
Альфа	10,6±0,08 б...е ****	10,0±0,59 б...г	10,8±0,09 л	9,4...10,9
Анастасия (р)	10,5±0,01 б...е	10,3±0,13 б...г	11,5±1,01 г...ж	10,2...12,5
Бердский рубин	10,2±0,02 в...е	12,6±2,38 а...г	11,2±1,10 г...е	10,1...14,9
Даренка	10,4±0,04 б...е	11,6±1,18 а...г	11,1±0,80 е...з	10,3...12,8
Десна	14,0±1,39 а...в	15,0±0,38 аб	11,4±1,16 гд	10,3...15,4
Лафания	8,8±1,04 г...е	9,6±0,24 вг	9,5±1,74 б	7,8...11,3
Лутовская	11,4±0,08 б...е	10,9±0,49 а...г	11,9±0,64 ж...к	10,5...12,6
Орлец	12,3±2,04 а...г	12,3±2,01 а...г	11,0±0,75 е...и	10,3...14,3
Первоклассница (р)	10,1±1,63 в...е	9,2±0,69 вг	11,0±0,76 е...и	8,5...11,7
Танюша	10,7±0,32 б...е	11,7±0,65 а...г	11,4±1,03 г...е	11,0...12,5
Фейрверк	10,6±0,85 б...е	12,6±1,17 а...г	10,2±0,41 кл	9,8...13,8
Фестивальная (р)	8,6±0,16 г...е	9,6±0,83 вг	9,7±1,26 вг	8,4...10,9
Фестивальная ромашка	10,8±0,44 б...е	13,9±2,65 а...в	11,4±1,01 г...ж	10,4...16,5
Фея (р)	7,8±2,11 де	7,8±2,07 г	11,2±1,26 вг	5,7...12,5
Юния_Смайдс (р)	8,4±0,54 де	8,8±0,19 г	9,6±1,74 б	7,9...11,4
Asia	9,0±0,32 г...е	9,0±0,35 вг	11,0±2,31 а	8,7...13,3
Cardinal	14,2±1,37 аб	15,7±0,19 а	12,6±0,16 л	12,5...15,9
Elsanta (р)	11,6±0,33 б...д	12,1±0,86 а...г	11,6±0,37 кл	11,3...13,0
Honeoye	14,2±1,05 аб	13,9±1,28 а...в	13,4±0,31 кл	12,6...15,2
Lord	7,7±0,41 е	8,6±0,44 г	8,9±1,61 бв	7,3...10,5
Maria	10,0±0,56 г...е	9,0±1,51 вг	10,0±0,56 з...к	7,5...10,5
Vima Zanta	15,4±3,32 а	15,0±3,71 аб	12,5±0,37 кл	11,3...18,7

Примечания: * – ранжирование по фактору «генотип» $HSP_{05 \text{ генотип}} = 3,86\%$; ** – ранжирование по фактору «генотип» $HSP_{05 \text{ генотип}} = 5,07\%$; *** – ранжирование по фактору «год» $HSP_{05 \text{ год}} = 0,75\%$; **** – одинаковыми буквами отмечены сорта, различия между которыми не превышали HSP_{05}

Таблица 7 – Ранжирование сортов земляники по содержанию растворимых сухих веществ в группе 2, 2019...2020 гг.

Сорт	Среднее за 2 года, %	± ошибка среднего	Ранжирование сортов по фактору	
			генотип	год
Vima Xima	15,36	±1,04	а	бв
Vima Kimberly	14,03	±0,33	аб	д
Corona	13,60	±1,23	абв	бв
Gigantella	13,33	±0,93	абв	в
Vicoda	12,82	±1,09	абв	бв
Розана	12,48	±1,48	абвг	б
Кокинская ранняя	11,95	±0,46	бвг	гд
Садово-Спаская	11,81	±0,42	бвг	гд
Александрина	11,60	±1,07	бвг	бв
Солнечная полянка (р)	11,59	±1,52	бвг	б
Clergy	11,46	±1,10	бвг	бв
Alba	11,10	±2,53	бвг	а
Царица	10,85	±0,88	бвг	вг
Берсенеvская	10,59	±0,36	вг	д
Onda	10,59	±0,73	вг	в...д
Русич	9,32	±0,76	г	в...д

С наиболее стабильными показателями по годам выделены сорта: Русич ($9,3 \pm 0,76$), Onda ($10,59 \pm 0,73$), Берсеновская ($10,59 \pm 0,36\%$), Кокинская заря ($11,95 \pm 0,46\%$), Садовоспасская ($11,81 \pm 0,42\%$), Vima Kimberly ($14,03 \pm 0,33\%$). Содержанием РСВ $>12,0\%$ отличались сорта: Розана, Vicoda, Gigantella, Corona, Vima Kimberly, Vima Xima. Районированный сорт Солнечная полянка отмечен высокими показателями, которые не отличались стабильностью по годам ($11,59 \pm 1,52\%$).

Сопоставление литературных и полученных данных по коллекционным сортам показало, что большинство сортов были схожи или близки по показателям (таблица 8).

Таблица 8 – Содержания растворимых сухих веществ в ягодах земляники в разных регионах, %

Сорт	Город					
	Краснодар (Причко и др., 2011; Причко и др., 2021)	Орел (Зубкова и др., 2020)	Жезказган (Андреанова и др., 2016)	Кокино (Айтжанова и др., 2013; Андроновна, 2018)	Самара (Антипенко, 2010)	Новосибирск
Alba (НФ 311)	8,2...9,4	9,5	8,8...10,4	-	-	8,6...13,6
Asia	10,2	-	-	-	--	8,7...13,8
Clery	8,6...9,2	10,4	10,2...10,3	7,7...11,0	-	10,4...12,6
Corona	7,0	-	-	7,0...11,5	-	12,4...14,8
Honeoye	9,0...9,7	10,8	-	-	11,3	12,6...15,2
Cardinal	7,4	-	-	-	-	12,5...15,9
Elsanta	8,4...8,5	-	-	-	-	11,3...13,0
Lord	-	-	-	6,0...11,0	12,2	7,3...10,5
Onda	9,0	-	-	-	-	9,9...11,3
Vima Kimberly	-	9,8	-	-	-	13,7...14,4
Vima Zanta	-	10,7	-	7,5...9,2	-	11,3...18,7
Альфа	-	9,6	-	6,0...10,1	10,5	9,4...10,9
Анастасия	-	-	10,1...11,3	6,7...8,3	-	10,2...12,5
Даренка	-	-	7,9...12,9	-	9,1	10,3...12,8
Кокинская заря	-	-	-	7,0...10,2	-	11,5...12,4
Орлец	-	-	8,4...12,8	-	-	10,3...14,3
Первоклассница	-	-	7,2...8,7	-	-	8,5...11,7
Русич	-	10,0	-	7,0...9,0	10,6	8,6...10,1
Солнечная полянка	-	-	7,9...8,8	-	-	10,1...13,1
Фейерверк	-	-	-	-	12,8	9,8...13,8
Фестивальная	-	-	-	7,9...10,0	14,0	8,4...10,9
Фестивальная ромашка	-	-	-	6,0...9,0	-	10,4...16,5
Фея	-	-	-	-	12,0	5,7...12,5
Царица	-	8,9	10,4...12,7	8,1...10,0	-	10,0...11,7

Различия по содержанию РСВ проявились по сортам нидерландской селекции: Elsanta, Vima Kimberly, Vima Zanta и американской селекции: Honeoye, Cardinal, что можно объяснить положительным влиянием на накопление сахаров и РСВ у отдельных сортов земляники культивирования их в широтах с более низкими температурами (Мартынова, 2011; Krüger et al. 2012; Жбанова и др., 2015). Также на более высокие результаты, полученные в условиях опыта, мог повлиять отбор ягод для анализа на пике их спелости. Как было определено ранее на примере сорта Elsanta, что среди ягод, собранных на стадии потребительской спелости, ягоды с наиболее интенсивной окраской поверхности и мякоти имели максимальное содержания РСВ, равное в 2018 г. (2019 г.) 12,1 % (12,6), при этом среднее значение по сорту было равно 9,9 % (11,3) (Кузьмина, Кузьмин, 2020).

Коллекционные сорта земляники отличались различными сроками созревания и длительностью плодоношения, поэтому возможно дата проведения анализов не всегда совпадала с оптимальными погодными условиями для определения потенциального содержания РСВ. Тем не менее, существенная роль генотипического фактора на содержание РСВ выявлена именно в годы с неблагоприятными факторами (избыток влаги, ливневые дожди), а также в опытах с сортами с разной степенью адаптации к местным условиям. Изучение данного показателя в коллекциях будет целесообразно для выявления предельных значений признака в условиях природных стресс факторов на этапе интродукции.

Выводы

Содержание РСВ в ягодах в коллекции изменялась в пределах 5,7...18,7%. Наиболее благоприятные погодные условия для накопления РСВ сложились для большинства сортов в 2020 году с минимальным количеством осадков в период плодоношения.

Разнообразие изученного признака в коллекции на 48,7...75,9% было обусловлено влиянием генотипа и на 0,1...21,8% погодными факторами.

Для дальнейших исследований содержания РСВ предложены в качестве контроля районированные по Новосибирской области сорта: Анастасия и Elsanta, за стабильно высокие показатели, отвечающие современным требованиям к ягодам земляники.

В качестве источников высокого содержания РСВ в ягодах выделены сорта: Кокинская заря, Cardinal, Corona, Elsanta, Gigantella, Honeoye, Vima Kimberly, Vima Xima, Vima Zanta.

Благодарности

Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН FWNR-2022-0018.

This work was supported by IC&G budget project FWNR-2022-0018.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Айтжанова С.Д., Андропова Н.В., Никулин А.Ф. Оценка исходных форм земляники садовой по биохимическим и товарным показателям ягод // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 1. С. 18-21. EDN: [TGZMVB](#)
2. Андрианова Н.Г., Сиротина Т.О., Бимурзина Г.С., Лихачева Т.В. Товарные и биохимические показатели качества ягод сортов земляники в Жезказганском ботаническом саду // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 47. С. 25-30. EDN: [XCRJTJ](#)
3. Андропова Н.В. Биохимическая оценка сортов и отборов земляники садовой по содержанию в плодах растворимых сухих веществ и сахаров в условиях юго-западной части Нечерноземья // Коняевские чтения: сборник конференции. Екатеринбург: Урал ГАУ, 2018. С. 158-161. EDN: [YRMAVN](#)
4. Антипенко М.И. Исходные формы земляники для селекции на высокую продуктивность в Среднем Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Москва, 2010. 24 с. EDN: [QHHRUR](#)
5. Белых А.М., Наконечная О.А., Кузьмина А.А., Каисиди В.В. Пути повышения эффективности производства продукции садоводства в специализированных организациях Новосибирской области. Новосибирск. 2016. EDN: [YFXNBN](#)

6. Блинова Е.Е., Огольцова Т.П. Дисперсионный анализ // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 545-570. EDN: [YHAQIT](#)
7. Жбанова Е.В. Изменчивость химического состава плодов земляники в условиях ЦЧР // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Т. 28, № 1. С. 201-207. EDN: [NYNFEF](#)
8. Жбанова Е.В., Лукьянчук И.В. Товарно-потребительские и технологические качества ягод перспективных сортов земляники // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2015. № 1-2. С. 84-86. EDN: [VQDZBD](#)
9. Жбанова Е. В., Лукьянчук И.В., Пак Н.А. Оценка отборных форм земляники по содержанию в плодах растворимых сухих веществ // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. 45. С. 72-76. EDN: [TXSNJJ](#)
10. Золотарева А.М., Белых А.М., Т.Ф. Чиркина Т.Ф., Кузьмина А.А. Плодово-ягодное сырье Сибирского сада и его пищевая ценность. Новосибирск, 2004. 204 с. EDN: [DWEEUS](#)
11. Зубкова М.И., Макаркина М.А., Князев С.Д. Оценка сортов земляники по биохимическим и органолептическим качествам ягод в условиях Орловской области // Вестник аграрной науки. 2020. № 4. С. 9-15. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2020.4.9>. EDN: [VKZIQI](#)
12. Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск: ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина, 2004. 196 с. EDN: [QKVXSB](#)
13. Кузьмина А.А., Кузьмин А.В.А. Оценка сортообразцов земляники на дружность созревания плодов с помощью рефрактометра // Генофонд и селекция растений: материалы сателлитного симпозиума V Международной конференции. Новосибирск, 2020. С. 57-60. <https://doi.org/10.18699/GPB2020-91>. EDN: [WKZEXI](#)
14. Мартынова, А.А. Эколого-биологические особенности *Fragaria* × *ananassa* Duch. в условиях Севера (на примере Мурманской области): автореф. дис. канд. биол. наук. Петрозаводск, 2011. 22 с. EDN: [ZODYXP](#)
15. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., Смелик Т.Л., Карпушина М.В. Нутриенты свежих ягод земляники и продуктов ее переработки с учетом сортовых особенностей // Вопросы питания. 2021. Т. 90, № 2. С. 117-127. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-2-117-127>. EDN: [KUDGYM](#)
16. Причко Т.Г., Яковенко В.В., Германова М.Г. Сортовые различия химического состава ягод земляники Краснодарского края // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Т. 27. С. 209-219. EDN: [NXNUDR](#)
17. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур по Новосибирской области на 2022 год. Новосибирск. 2022. 141 с.
18. Стольников Н.П. Культура земляники в Западной Сибири. Барнаул: ИП Колмогорова И.А., 2014. 182 с.
19. Cao F., Guan C., Dai H., Li X., Zhang Z. Soluble solids content is positively correlated with phosphorus content in ripening strawberry fruits // Scientia Horticulturae. 2015. Vol. 195. P. 183-187. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.018>
20. Capocasa F., Scalzo J., Mezzetti B., Battino M. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype // Food Chemistry. 2008. Vol. 111(4). P. 872-878. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.068>
21. Di Vittori L., Mazzone L., Battino M. Pre-harvest factors influencing the quality of berries // Scientia Horticulturae. 2018. Vol. 233. P. 310-322. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.058>
22. Ikegaya A., Toyozumi T., Ohba S., Teruko N., Tomoaki K., Seiko I., & Eiko A. Effects of distribution of sugars and organic acids on the taste of strawberries // Food Science & Nutrition. 2019. Vol. 7. P. 2419-2426. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1109>

23. Jouquand C., Chandler C., Plotto A., Goodner K. A Sensory and Chemical Analysis of Fresh Strawberries Over Harvest Dates and Seasons Reveals Factors That Affect Eating Quality // American Society for Horticultural Science. 2008. Vol.133(6). 859-867. <https://doi.org/10.21273/JASHS.133.6.859>
24. Krüger E., Josuttis M., Nestby R., Toldam-Andersen T.B., Carlen C., Mezzetti B. Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance, yield and quality // J. Berry Res. 2012. Vol. 2. P. 143-157. <https://doi.org/10.3233/JBR-2012-036>
25. Mazzone L., Di Vittori L., Balducci F., Forbes-Hernández T.Y., Giampieri F., Battino M., Mezzetti B., Capocasa F. Sensorial and nutritional quality of inter and intra-Specific strawberry genotypes selected in resilient conditions // Scientia Horticulturae. 2020. Vol. 261. P. 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108945>
26. Pereira da Silva F.I. Strawberry taste assessment during shelf life. (Report / Wageningen Food & Biobased Research; No. 1776). Wageningen Food & Biobased Research. 2017. <https://doi.org/0.18174/503222>
27. Xie D., Liu D., Guo W. Relationship of the optical properties with soluble solids content and moisture content of strawberry during ripening // Postharvest Biology and Technology. 2021. Vol. 179(3). 111569. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111569>
28. Zushi K., Yamamoto M., Matsuura M., Tsutsuki K., Yonehana A., Imamura R., Takahashi H., Kirimura M. Tissue-dependent seasonal variation and predictive models of strawberry firmness // Scientia Horticulturae. 2023. Vol. 307. 111535. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111535>

References

1. Aitzhanova, S.D., Andronova, N.V., & Nikulin, A.F. (2013). Assessment of the initial forms of garden strawberries by biochemical and marketability indicators of berries. *Vestnik of the Bryansk state agricultural academy*, 1, 18-21. EDN: [TGZMVB](#) (In Russian, English abstract).
2. Andrianova, N.G. Sirotnina, T.O., Bimurzina, G.S., & Likhacheva, T.V. (2016). Berry quality of strawberry varieties in Zhezkazgan botanical garden. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 47, 25-30. EDN: [XCRJTJ](#) (In Russian, English abstract).
3. Andronova, N.V. (2018). Biochemical evaluation of cultivars and selections of garden strawberry on the content in fruits of soluble dry substances and sugars in the conditions of the South-West part of Non-black soil zone. In *Konyaev readings: proc. sci. conf.* (pp. 158-161), Yekaterinburg: Ural State Agrarian University. EDN: [YRMAVN](#) (In Russian).
4. Antipenko, M.I. (2010). *Initial forms of strawberries for breeding for high productivity in the Middle Volga region (Agri. Sci. Cand. Thesis)*. Moscow. EDN: [QHHRUR](#) (In Russian).
5. Belykh, A.M., Nakonechnaya, O.A., Kuzmina, A.A., & Kaisidi, V.V. (2016). *Ways to increase the efficiency of horticulture production in specialized organizations of the Novosibirsk region*. Novosibirsk. EDN: [YFXNBN](#) (In Russian).
6. Blinova, E.E. & Ogoltsova, T.P. (1999). Dispersion analysis. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 545-570). Orel: VNIISPK. EDN: [YHAQIT](#) (In Russian).
7. Zhbanova, Y.V. (2011). Variability of the chemical composition of strawberry fruits in the conditions of the CCR. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 28, 201-207. EDN: [NYNFEF](#) (In Russian).
8. Zhbanova, Y.V., & Lukyanchuk, I.V. (2015). The marketability-&consumer and technological features of berries of perspective varieties of strawberry. *Austrian journal of technical and natural sciences*, 1-2, 84-86. EDN: [VQDZBD](#) (In Russian, English abstract).
9. Zhbanova, Ye.V., Lukyanchuk, I.V., & Pak, N.A. (2016). Evaluation of strawberry selected forms for soluble solids content in fruit. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 45, 72-76.

- EDN: [TXSNJJ](#) (In Russian).
10. Zolotareva, A.M., Belykh, A.M., T.F. Chirkina, T.F., & Kuzmina, A.A. (2004). *Fruit raw material of the Siberian garden and its nutritional value*. Novosibirsk. EDN: [DWEEUS](#) (In Russian).
 11. Zubkova, M.I., Makarkina, M.A., & Knyazev, S.D. (2020). Strawberry assessment for biochemical and organoleptic features of berries in the Orel region. *Bulletin of agrarian science*, 4, 9-15. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2020.4.9>. EDN: [VKZIQI](#) (In Russian, English abstract).
 12. Zubov, A.A. (2004). *Theoretical foundations of strawberry breeding*. Michurinsk: VNIIGiSPR I.V. Michurin. EDN: [QKVXSB](#) (In Russian).
 13. Kuzmina, A.A., & Kuzmin, A.A.V. (2020). Evaluation of uniformity of strawberry fruit ripening using a refractometer. In *Plant gene pool and breeding: proc. sci. conf.* (pp. 57-60). Novosibirsk. <https://doi.org/10.18699/GPB2020-91>. EDN: [WKZEXI](#) (In Russian, English abstract).
 14. Martynova, A.A. (2011) *Ecological and biological features of Fragaria × ananassa Duch. in the conditions of the North (on the example of the Murmansk region)*. (Biol. Sci. Cand. Thesis). Petrozavodsk. EDN: [ZODYXP](#) (In Russian).
 15. Prichko, T.G., Droficheva, N.V., Smelik, T.L., & Karpushina, M.V. (2021). Nutrients of fresh strawberries and products of its processing taking into account varietal characteristics. *Problems of nutrition*, 90(2), 117-127. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-2-117-127> EDN: [KUDGYM](#) (In Russian, English abstract).
 16. Prichko, T.G., Yakovenko, V.V., & Germanova, M.G. (2011). Varietal differences in the chemical composition of strawberries of the Krasnodar region. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 27, 209-219. EDN: [NXNUDR](#) (In Russian).
 17. Anonymous (2022). *Varietal zoning of agricultural crops in the Novosibirsk region for 2022*. Novosibirsk. (In Russian).
 18. Stolnikova, N.P. (2014). *Strawberry culture in Western Siberia*. Barnaul: IP Kolmogorova I.A. (In Russian).
 19. Cao, F., Guan, C., Dai, H., Li, X., & Zhang, Z. (2015). Soluble solids content is positively correlated with phosphorus content in ripening strawberry fruits. *Scientia Horticulturae*, 195, 183-187. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.018>
 20. Capocasa, F., Scalzo, J., Mezzetti, B., & Battino, M. (2008). Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. *Food Chemistry*, 111(4), 872-878. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.068>
 21. Di Vittori, L., Mazzoni, L., & Battino, M. (2018). Pre-harvest factors influencing the quality of berries. *Scientia Horticulturae*, 233, 310-322. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.058>
 22. Ikegaya, A., Toyozumi, T., Ohba, S., Teruko, N., Tomoaki, K., Seiko, I., & Eiko, A. (2019). Effects of distribution of sugars and organic acids on the taste of strawberries. *Food Science & Nutrition*, 7, 2419-2426. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1109>
 23. Jouquand, C., Chandler, C., Plotto, A., & Goodner, K. (2008). A Sensory and Chemical Analysis of Fresh Strawberries Over Harvest Dates and Seasons Reveals Factors That Affect Eating Quality. *American Society for Horticultural Science*, 133(6). 859-867. <https://doi.org/10.21273/JASHS.133.6.859>
 24. Krüger, E., Josuttis, M., Nestby, R., Toldam-Andersen, T.B., Carlen, C., & Mezzetti, B. (2012). Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance, yield and quality. *J. Berry Res*, 2, 143-157. <https://doi.org/10.3233/JBR-2012-036>
 25. Mazzoni, L., Di Vittori, L., Balducci, F., Forbes-Hernandez, T.Y., Giampieri, F., Battino, M., Mezzetti, B., & Capocasa, F. (2020). Sensorial and nutritional quality of inter and intra-Specific strawberry genotypes selected in resilient conditions. *Scientia Horticulturae*, 261, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108945>

26. Pereira da Silva, F. I. (2017). *Strawberry taste assessment during shelf life. (Report / Wageningen Food & Biobased Research; No. 1776). Wageningen Food & Biobased Research. <https://doi.org/10.18174/503222>*
27. Xie, D., Liu, D., & Guo, W. (2021). Relationship of the optical properties with soluble solids content and moisture content of strawberry during ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 179(3), 111569. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111569>
28. Zushi, K., Yamamoto, M., Matsuura, M., Tsutsuki, K., Yonehana, A., Imamura, R., Takahashi, H., & Kirimura, M. (2023) Tissue-dependent seasonal variation and predictive models of strawberry firmness. *Scientia Horticulturae*, 307, 111535. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111535>

Автор:

Арина Ариановна Кузьмина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории генофонда растений Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», kuzmina@bionet.nsc.ru

Author details:

Arina Kuzmina, PhD in Agriculture, Associate Professor, leading researcher in plant gene pool laboratory of Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, kuzmina@bionet.nsc.ru

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ КРОНЫ НА РОСТОВУЮ АКТИВНОСТЬ И УДЕЛЬНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ДЕРЕВЬЕВ ГРУШИ (*PURUS COMMUNIS* L) НА ПОДВОЕ АЙВА ВА 29 В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОГО КРЫМА

Н.А.Бабинцева 

ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52, priemnaya.nbs-nnc@yandex.ru

Аннотация

Одним из важнейших направлений инноваций в промышленном садоводстве Крыма является отработка и распространение новых высокоинтенсивных технологий производства плодов, позволяющие существенно увеличивать ресурс плодоношения сада. В статье представлены результаты исследований в насаждениях груши сорта Мария в интенсивном саду 2013 года посадки на подвое айва ВА-29 в отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС-ННЦ». Объектами исследований являлись формы кроны: стройное веретено (контроль), безлидерная уплощенная, уплощенная веретеновидная, трехлидерная и крымская колонновидная, посаженные при схеме посадки 4,0 × 1,5 м. Установлено, что возделывание груши в условиях предгорной зоны Крымского полуострова является высокорентабельным с применением малотрудоемких форм кроны: безлидерная уплощенная, уплощенная веретеновидная и крымская колонновидная в комбинации с сортом Мария. Установлено также, что на обрезку деревьев с вышеуказанными формами кроны необходимо одному рабочему затратить в 1,9...2,5 раза меньше рабочего времени и получить удельную нагрузку плодами выше в 1,6...2,2 раза по проекции кроны и в 1,8...2,4 раза по объему крон в сравнении со стройным веретеном (контроль). Средняя урожайность за период 2018...2021 гг. составила: 23,3 т/га (уплощенная веретеновидная крона) и 15,4 т/га (безлидерная уплощенная крона), которые обеспечивают получение прибыли с одного гектара в размере 798,5 тыс. руб. и 628,5 тыс. руб. Урожайность деревьев груши с крымской колонновидной формой кроны несколько ниже – 13,4 т/га, где прибыль составила – 472,1 тыс. руб./га. В ходе исследований наблюдалось увеличение биометрических показателей у деревьев уплощенной веретеновидной кроны и трехлидерной на 7,0% и 12,3%, а у безлидерной уплощенной кроны эти показатели компактнее на 10,4% (по проекции кроны) и 26,2% (по объему кроны).

Ключевые слова: груша, биометрические параметры крон, трудоемкость обрезки, форма кроны, плоды, удельная продуктивность, урожай, прибыль

INFLUENCE OF THE CROWN SHAPE ON THE GROWTH ACTIVITY AND SPECIFIC PRODUCTIVITY OF PEAR TREES (*PURUS COMMUNIS* L) ON THE ROOTSTOCK OF QUINCE VA 29 UNDER THE CONDITIONS OF THE FOOTHILL CRIMEA

N.A. Babintseva 

Nikitsky Botanical Garden - National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 298648, Russian Federation, Republic of Crimea, Yalta, Nikita, Nikitsky descent, 52, priemnaya.nbs-nnc@yandex.ru

Abstract

One of the most important areas of innovation in the industrial horticulture of the Crimea is the development and dissemination of new high-intensity technologies for fruit production, which can

significantly increase the fruiting resource of the orchard. The article presents the results of research in pear plantations of the Maria pear cultivar in the intensive orchard of 2013 planting on the stock of quince VA-29 in the Crimean Experimental Horticulture Station department of the Federal State Budgetary Institution "NBS-NSC". The objects of the research were the crown shapes: slender spindle (control), leaderless flattened, flattened fusiform, three-leader and Crimean columnar planted with a planting pattern of 4.0 × 1.5 m. It has been established that the cultivation of pear in the conditions of the foothill zone of the Crimean Peninsula is highly profitable with the use of low labor-intensive crown forms: leaderless flattened, flattened fusiform and Crimean columnar in combination with the Maria cultivar. It has also been established that for pruning trees with the above crown shapes, one worker needs to spend 1.9—2.5 times less working time and receive a specific load of fruits 1.6—2.2 times higher according to the projection of the crown and 1.8—2.4 times higher by crown volume compared to the slender spindle (control). The average yield for the period 2018—2021 was: 23.3 t/ha (flattened fusiform crown) and 15.4 t/ha (leaderless flattened crown), which provide a profit per 1 hectare in the amount of 798.5 thousand rubles and 628.5 thousand rubles. The yield of pear trees with the Crimean columnar crown shape was somewhat lower – 13.4 t/ha, where the profit was 472.1 thousand rubles from 1 hectare. In the course of the research, an increase in biometric indicators was observed in trees with a flattened fusiform crown and a three-leader tree by 7.0% and 12.3%, respectively, and in a leaderless flattened crown these indicators were more compact by 10.4% (according to the crown projection) and by 26.2% (according to crown volume).

Key words: pear, biometric parameters of crowns, labor intensity of pruning, crown shape, fruits, specific productivity, yield, profit

Введение

В современных условиях интенсификации сократить период окупаемости затрат на закладку насаждений позволяют современные интенсивные технологии, внедряемые в отрасль садоводства (Fisher, 2009; Минаков, 2013; Грушева, Левшунов, 2019; Dolmatov, Semin, 2021). Такая возможность открывается благодаря сортам, формам кроны и подвоям нового поколения, а грамотный подбор привойно-подвойных комбинаций, обеспечивает высокий уровень рентабельности при их производстве (Badiuetal., 2015; Радкевич, Богдан, 2016; Сотник и др., 2020; Корнеева и др., 2022; Танкевич, Сотник, 2022). Одним из важнейших направлений инноваций в промышленном садоводстве Крыма является отработка и распространение новых высокоинтенсивных типов садовых конструкций, позволяющие существенно увеличивать ресурс плодоношения сада (Бабинцева, 2014; Плугатарь и др., 2017, 2022). Груша – ценная плодовая культура, она более требовательна к теплу, влажности воздуха, к условиям хранения и транспортировки плодов и играет важную роль в обеспечении населения свежими плодами и продуктами от переработки. В последние годы в Крыму необоснованно были сокращены площади насаждений груши, а новые интенсивные посадки на слаборослых подвоях почти не ведутся, в то же время при должном уходе в большинстве районов региона эта культура по экономической эффективности не только не уступает яблоне, а зачастую превосходит ее (Плугатарь и др. 2017; Сотник и др., 2020). Выращивается она в большинстве своем на семенных подвоях, а сильнорослые деревья значительно затрудняют проведение обрезки деревьев и уборки урожая, на которые приходится до 70% затрат в семечковых садах. Такая высокая трудоемкость производства плодов объясняется низким уровнем механизации производственных процессов 20...25% (обрезка, уборка), которые выполняется в основном вручную (Минаков, Нарыжный, 2013; Сотник и др., 2017; Плугатарь и др., 2022). При разработке современных интенсивных конструкций плодовых насаждений,

особый интерес представляют сорта со сдержанной силой роста и малогабаритными веретеновидными кронами небольших размеров, простых и удобных при формировании, которые обеспечивают высокую продуктивность и механизацию трудоёмких процессов (Киселёва, 2015; Бейлахмедов, 2017; Фирсова, 2018; Сотник и др., 2019; Jura et al., 2020). Традиционным методом создания интенсивных насаждений является применение слаборослых клоновых подвоев дерева, которых обеспечивают более раннее вступление в пору плодоношения и формируют высокую продуктивность (Fisher., 2009; Радкевич, Богдан, 2016; Dolmatov, Semin, 2021; Танкевич, Сотник 2022). Кроме того, на слаборослых подвоях айвы значительно улучшается качество плодов груши, уменьшаются расходы на их выращивание и существенно ускоряется окупаемость капитальных вложений на создание таких насаждений (Badiu, 2015; Бабинцева, 2018; Малий и др., 2018; Воробьев и др., 2020). Введение в культуру груши новых сортов, отличающихся между собой биологическими и морфологическими признаками, а также переход на более плотные посадки и перспективные формы крон, требуют детального изучения для пригодности их возделывания в интенсивных садах на слаборослых подвоях (Balan, 2007; Воробьев и др., 2020; Dolmatov, Semin, 2021; Тарасова, 2022). Решение таких важных и актуальных вопросов, как загущенное размещение плодовых деревьев, подбор сортов, поиск новых и перестройка форм кроны деревьев, ограничение их размеров, применение специальных дополнительных приемов при формировании крон, позволит создать новые высокопродуктивные типы садовых конструкций. От того, насколько выбранный тип сада, система формирования и обрезки деревьев будут отвечать условиям выращивания и требованиям времени, зависит эффективность его продуктивного использования.

Цель исследований – изучить влияние формы кроны на биометрические параметры, роста, урожайность и выделить наиболее продуктивные для закладки в интенсивных садах груши на подвое айве ВА 29

Материалы и методы

Исследования проводились в интенсивном саду груши 2013 года посадки на отделении Крымская опытная станция садоводства «ФГБУН «НБС-ННЦ». При посадке сада использовали однолетние саженцы груши сорта Мария на подвое айва ВА 29 при плотности посадки 1666 деревьев на гектар (4,0 × 1,5 м).

Схема опыта:

- 1 вариант – стройное веретено (контроль);
- 2 вариант – безлидерная уплощенная крона;
- 3 вариант – уплощенная веретеновидная крона;
- 4 вариант – трехлидерная крона;
- 5 вариант – крымская колонновидная крона.

Опыт микроделяночный, в 10 кратной повторности (дерево-повторность), опорные устройства отсутствуют. В вышеуказанной схеме опыта формы кроны впервые разработаны сотрудниками лаборатории технологий выращивания плодовых культур и испытываются на практике в производственных условиях по технологическим параметрам, кроме контрольного варианта (он хорошо изучен и представлен как эталон для сравнения).

В саду функционирует стационарное капельное орошение. Почва опытного участка лугово-черноземная карбонатная на аллювиальных отложениях. Система содержания почвы в приствольных полосах – гербицидный пар, в междурядьях – черный пар. Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам (Лобанов и др., 1973; Седов и др., 1999), а статистическую обработку данных методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2013).

Результаты и их обсуждение

Важным показателем ростового потенциала дерева является площадь поперечного сечения штамба (ППСШ), а также прирост штамбов за вегетацию. При изучении разных систем формирования кроны лидирующее положение по силе роста штамбов занимают деревья уплощенной веретеновидной и крымской колонновидной кронах, площадь поперечного сечения штамбов у них составляет 76,8 см² и 74,3 см² при годичном утолщении штамбов на 13,7 см² и 18,0 см² (контроль – 73,5 см²; 19,6 см²). Площадь поперечного сечения штамбов у деревьев безлидерной уплощенной и трехлидерной крон на 3,7 и 4,3% меньше и составляет 70,8 и 70,4 см² соответственно. Утолщение штамбов за вегетацию у этих крон произошло на 16,7 см² и 17,3 см². В период эксплуатации груши в саду, важно знать габариты деревьев и насколько эффективно используется отведенная площадь питания деревьями при рекомендуемой схеме посадки. Максимальные показатели проекции и объема кроны отмечены у деревьев сорта Мария с трехлидерной и уплощенной веретеновидной кронами – 3,1 м² и 7,3 м³, которые на 6,9 и 12,3% больше, чем у стройного веретена (контроль, 2,9 м² и 6,5 м³). Деревья груши с этими кронами освоили отведенную площадь питания на 52,0% от запланированной схемы посадки (4,0 × 1,5 м). Параметры деревьев с безлидерной уплощенной кроной меньше на 9,6% (по проекции кроны) и на 25,5% (по объему кроны) в сравнении со стройным веретеном, которые используют на 44,0% от общей отведенной площади питания. Деревья с крымской колонновидной кроной по своим габаритам близки к показателям стройного веретена и освоили 49,0% площади питания. Особенности формирования кроны и ежегодная обрезка в саду оказывают влияние на ширину плодовой стены как вдоль, так и поперек ряда. Ширина плодовой стены у деревьев стройного веретена составила 2,1 м и 1,7 м; у безлидерной уплощенной и крымской колонновидной кронах в пределах 2,2 м и 1,5 м, а у деревьев трехлидерной и уплощенной веретеновидной кронах на уровне 2,4 м и 1,6 м. Высота деревьев варьирует от 3,0 м (безлидерная уплощенная крона) до 3,6 м с другими кронами.

При производстве плодов важным агротехническим приёмом по уходу за деревьями является обрезка. В настоящее время этот технологический процесс осуществляется вручную, а затраты труда зависят от сорта, параметров формы кроны и обрастающей древесины. В результате исследований установлено, что на обрезку 8-летних деревьев груши в форме стройного веретена сорта Мария на подвое ВА-29 одному рабочему-обрезчику необходимо затратить максимальное количество времени – 197,0 человеко-часов или 28,1 человеко-дней на 1 га сада. На обрезку 1 га сада с крымской колонновидной формой кроны требуется на 15,3% меньше рабочего времени – 166,9 человеко-часов или 23,8 человеко-дней по сравнению с контролем (стройное веретено). Затраты ручного труда на обрезку деревьев с безлидерной уплощенной, трехлидерной и уплощенной веретеновидной кронами составляют – 78,1; 85,6 и 103,7 человеко-часов на 1 га, что в 1,9...2,5 раза меньше, чем на обрезку по типу стройное веретено. Во время выполнения обрезки удалялась древесина разного возраста в расчете на одно дерево от 3,5 до 5,4 кг, а также плодовые почки от 57 до 102 штук в зависимости от формы кроны (таблица 1).

Урожайность является важнейшим показателем при оценке параметров интенсивности технологии возделывания. Размер урожая зависит от многих показателей, в том числе и от объема продуктивной плодовой древесины, размещенной в кронах деревьев. На девятый год после посадки сада более регулярно и обильнее плодоносили деревья сорта Мария с уплощенной веретеновидной кроной, урожай которых составил 21,9 т/га при нагрузке 13,2 кг плодов с дерева.

Таблица 1 – Трудоемкость обрезки и биометрические параметры крон у деревьев груши сорта Мария на подвое ВА-29, схема посадки- 4,0 × 1,5 м. 2021 г

Варианты	Затраты труда на обрезку на 1 га		Параметры кроны:			КИПП, %
	человеко-часов	человеко-дней	ППСШ, см ²	ППК, м ²	ПОК, м ³	
I вариант – стройное веретено (контроль)	197,0	28,1	73,5	2,9	6,5	49,0
II вариант – безлидерная уплощенная крона	78,1	11,2	70,8	2,6	4,8	44,0
III вариант – уплощенная веретеновидная крона	103,4	14,8	76,8	3,1	7,3	51,7
IV вариант – трехлидерная крона	85,6	12,2	70,4	3,1	7,2	52,0
V вариант – крымская колонновидная крона	166,9	23,8	74,3	2,9	6,9	49,0
НСР ₀₅			3,1	0,4	0,9	

Примечания: ППСШ – площадь поперечного сечения штамбов; ППК – площадь проекции кроны; ПОК – площадь объема кроны; КИПП – коэффициент использования площади питания деревьями.

В этом возрасте, деревья груши с трехлидерной и крымской колонновидной формами крон обеспечили урожай на уровне 15,1 т/га, а с безлидерной уплощенной кроной – 18,4 т/га при плотности посадки (4,0 × 1,5 м) при этом нагрузка плодами составляла 8,9 кг, 9,3 кг и 11,0 кг с дерева соответственно. Деревья стройного веретена (контроль) сформировали урожай в размере 10,9 т/га по 6,6 кг плодов с дерева (рисунок 1). Наилучшая урожайность деревьев груши сорта Мария в среднем за 2018...2021 гг. составила: 23,3 т/га (уплощенная веретеновидная крона), 15,4 т/га (уплощенная веретеновидная крона) и 13,4 т/га (крымская колонновидная крона), а стройного веретена – 10,6 т/га (контроль).



Рисунок 1 – Урожайность деревьев груши сорта Мария на подвое ВА-29 при формировании уплощенной веретеновидной кроны. Схема посадки 4,0 × 1,5 м. 2021 г.

Наиболее полно эффективность использования формы кроны в саду характеризует такой показатель, как коэффициент удельной продуктивности с единицы площади проекции кроны дерева и их объема (таблица 2). Исследования показали, что максимальная удельная нагрузка плодами формируется в насаждениях с безлидерной уплощенной кроной, когда на 1 м² проекции кроны приходится 7,1 кг плодов, а на 1 м³ объема кроны – 4,6 кг плодов. Показатели удельной продуктивности уплощенной веретеновидной и крымской колонновидной кронах варьируют в пределах 5,2...5,8 кг/м² и 3,4...3,6 кг/м³ плодов. У деревьев сформированных по типу стройного веретена (контроль) коэффициент удельной нагрузки был минимальный и составил 3,2 кг плодов на 1 м² проекции кроны, и 1,8 кг на 1 м³ объема кроны (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность деревьев груши сорта Мария на подвое ВА-29 при разных системах формирования крон, схема посадки – 4,0 × 1,5 м

Варианты	Коэффициент удельной продуктивности, среднее за 2018...2021гг.		Урожайность, т/га		Прибыль, тыс.руб./га	Рентабельность, %
	кг/м ² проекции кроны	кг/м ³ объема кроны	2021г.	Средняя за 2018...2021 гг.		
I вариант – стройное веретено (контроль)	3,2	1,8	10,9	10,6	249,0	62,0
II вариант – безлидерная уплощенная крона	7,1	4,6	18,4	15,4	628,5	133,0
III вариант – уплощенная веретеновидная крона	5,2	3,4	21,9	23,3	798,5	155,0
IV вариант – трехлидерная крона	4,8	2,5	15,0	12,6	470,9	109,0
V вариант – крымская колонновидная крона	5,8	3,6	15,1	13,4	472,1	110,0
НСР ₀₅	1,0	1,3	0,5			

Таким образом, наиболее эффективными оказались безлидерная уплощенная, уплощенная веретеновидная и крымская колонновидная кроны, у которых удельная нагрузка плодами выше в 1,6...2,2 раза по проекции кроны и в 1,8...2,4 раза по объему кроны, чем у стройного веретена.

Конечной целью при выращивании плодов в саду является получение прибыли. Расчетные показатели прибыли у деревьев с безлидерной уплощенной и уплощенной веретеновидной кронами составил 628,5 и 798,5 тыс. руб./га с уровнем рентабельности 133,0 и 155,0% соответственно. Применение в садах трехлидерной и крымской колонновидной форм кроны позволило получить прибыль в размере 470,9 и 472,1 тыс. руб./га соответственно при уровне рентабельности 110,0%. Минимальный размер прибыли, 249,0 тыс. руб./га, получен при использовании в саду стройного веретена. Прибыль получена больше за счет снижения затрат на производство плодов, а также от прибавки урожая, высокого качества полученной продукции и реализационной цены.

Заключение

В результате многолетних исследований выделены малотрудоемкие формы кроны: безлидерная уплощенная, уплощенная веретеновидная и крымская колонновидная в комбинации с сортом Мария, которые рекомендуются для возделывания груши на подвое айва ВА-29 в садах всех форм собственности в условиях предгорной зоны Крымского полуострова. Установлено, что затраты ручного труда на обрезку деревьев с

вышеуказанными кронами в 1,9...2,5 раза меньше, а удельная нагрузка плодами выше в 1,6...2,2 раза на единицу площади проекции кроны и в 1,8...2,4 раза на единицу объема кроны по сравнению со стройным веретеном (контроль). Средняя урожайность деревьев груши сорта Мария за 2018...2021 гг. составила: 23,3 т/га (уплощенная веретеновидная крона), 15,4 т/га (безлидерная уплощенная крона) и 13,4 т/га (крымская колонновидная крона), которая обеспечила получение прибыли в размере 628,5, 798,5, и 472,1 тыс. руб./га соответственно. В ходе исследований отмечалось увеличение биометрических показателей у деревьев с уплощенной веретеновидной и трехлидерной кронами на 7,0 и 12,3%, а у безлидерной уплощенной кроны эти показатели меньше на 10,4% (по проекции кроны) и 26,2% (по объёму кроны).

Конфликт интересов – отсутствует

Литература

1. Бейлахмедов И.А. Продуктивность деревьев груши различных сорто-подвойных комбинаций // Аграрная наука. 2017. № 1. С. 12-13. EDN: [YHYZGD](#)
2. Бабинцева Н.А. Продуктивность насаждений груши (*Pyrus communis* L.) при разных системах формирования кроны на подвое айва ВА29 в Крыму // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2018. № 126. С. 96-102. <https://doi.org/10.25684/NBG.boolt.126.2018.15>. EDN: [YTEPQS](#)
3. Бабинцева Н.А. Пути повышения эффективности производства плодов в садах Крыма: вчера и сегодня // Таврический вестник аграрной науки. 2014. №1. С. 78-82. EDN: [VJLQPH](#)
4. Воробьев В.Ф., Куликов И.М., Джуря Н.Ю. Возделывание груши в интенсивных насаждениях различных схем размещения и конструкции крон // Актуальные вопросы садоводства и картофелеводства: сборник трудов конференции. Екатеринбург, 2020. С. 21-41. EDN: [LWWKLW](#)
5. Грушева Т.П., Левшунов В.А. Современные тенденции создания интенсивных садов яблони // Плодоводство. 2019. Т. 31. С. 272-281. EDN: [UDJASB](#)
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Книга по Требованию, 2013. 349 с.
7. Корнеева С.А., Семин И.В., Янчук Т.В. Создание карликовых сортов груши – приоритетное направление селекции // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 3. С. 49-52. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/3/49-52>. EDN: [BEOCMQ](#)
8. Киселёва Н.С. Оценка параметров продуктивности и адаптивности груши // Субтропическое и декоративное садоводство. 2015. № 53. С. 77-85. EDN: [TWRTRP](#)
9. Минаков И.А. Современное состояние и тенденции развития садоводства // Стратегия инновационного развития садоводства Российской Федерации. Мичуринск: МичГАУ, 2013. С. 12-18. EDN: [ZEUAHN](#)
10. Малий О.В., Косторнова О.В., Усов С.В. Урожайность груши на подвое ВА-29 в Ставропольском крае // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2018. Т. 14. С. 86-90. <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2018-14-86-90>. EDN: [YWTPXT](#)
11. Минаков И.А., Нарыжный И.Ф. Современное состояние и эффективность производства плодово-ягодной продукции // Регион: системы, экономика, управление. 2013. № 3. С. 71-80. EDN: [RLNRRT](#)
12. Плугатарь Ю.В., Бабинцева Н.А., Сотник А.И. Эффективность производства плодов яблони (*Malus domestica* Borkh.) в интенсивных садах Крыма // Биология растений и

- садоводство: теория, инновации. 2022. № 2. С.6-17. <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2022-2-163-6-17>. EDN: [QPQMWH](#)
13. Плугатарь Ю.В., Сотник А.И., Бабина Р.Д. Культура груши в Крыму: состояние и перспективы развития // Сборник научных трудов ГНБС. 2017. Т. 144-1. С. 227-235. EDN: [ZEKRDZ](#)
 14. Седов Е.Н., Красова Н.Г., Жданов В.В., Долматов Е.А., Можар Н.В. Семечковые культуры (яблоня, груша, айва) // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 253-300. EDN: [YHAPPN](#)
 15. Лобанов Г.А., и др. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск: ВНИИС, 1973. 496с.
 16. Радкевич Т.В., Богдан М.Н. Влияние сорта и плотности посадки на рост и продуктивность деревьев груши на подвое АйваS1 // Плодоводство. 2016. Т. 28. С. 92-97. EDN: [YRSQHR](#)
 17. Сотник А.И., Бабин М.М. Экономическая оценка выращивания саженцев и производства плодов груши в зависимости от сорто-подвойных комбинаций // Магарац. Виноградарство и виноделие. 2020. № 3. С. 233-237. <https://doi.org/10.35547/IM.2020.22.3.010>. EDN: [WPMNUH](#)
 18. Сотник А.И., Бабина Р.Д., Хоружий П.Г., Гришанева Л.Ю., Чакалова Е.А. Урожайность и качество плодов зимних сортов груши (*Pyrus communis* L.) в условиях Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 2. С. 92-100. <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2019-2-18-93-101>. EDN: [MRUITN](#)
 19. Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В. Актуальные аспекты развития садоводства в Республике Крым // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 49. С. 312-315. EDN: [YZJZXX](#)
 20. Тарасова Г.Н. Анализ продуктивности сортов груши Уральской селекции // Садоводство и виноградарство. 2022. № 1. С. 14-20. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2022-1-14-20>. EDN: [XGXWMK](#)
 21. Танкевич В.В., Сотник А.И. Агробиологическая оценка перспективных подвоев для груши в Крыму // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2022. № 144. С. 147-154. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2022-144-147-154>. EDN: [CIGBKP](#)
 22. Фирсова С.В., Софронов А.П., Русинов А.А. Адаптивность и продуктивность груши в условиях Северо-Востока европейской части России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 4. С. 59-63. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.65.4.59-63>. EDN: [XVLNXV](#)
 23. Balan V. Apple trees planting distances concept // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture. 2007. Vol. 64, N 1-2. P. 200-206.
 24. Badiu D., Arion F.H., Muresan I.C., Lile R., Mitre V. Evaluation of economic efficiency of apple orchard investments // Sustainability. 2015. Vol. 7, N 8. P. 10521-10533. <https://doi.org/10.3390/su70810521>.
 25. Dolmatov E.A., Semin I.V. Dwarf varieties and rootstocks - the basis for creating intensive pear gardens in Central Russia // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 254. P. 01035. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401035>. EDN: [UONNYP](#)
 26. Fisher M. Pear Breeding // Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species Temperate. New York: Springer, 2009. P. 135-160. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71203-1_5
 27. Jupa R., Meszaros M., Plavcova L. Linking wood anatomy with growth vigour and susceptibility to alternate bearing in composite apple and pear trees // Plant biology. 2020. Vol. 23, N 1. P. 172-183. <https://doi.org/10.1111/plb.13182>

References

1. Beyakhmedov, I.A. (2017). Productivity of trees of different variety-rootstock pear combinations. *Agrarian science*, 1, 12-13. EDN: [YHYZGD](#) (In Russian, English abstract).
2. Babintseva, N.A. (2018). Productivity of pear plantations (*Pyrus communis* L.) under different systems of crown formation on the stock quince VA 29 in the Crimea. *Bulletin of the state Nikitsky botanical garden*, 126, 96-102. <https://doi.org/10.25684/NBG.boolt.126.2018.15>. EDN: [YTEPQS](#) (In Russian, English abstract).
3. Babintseva, N.A. (2014). Ways of increase of efficiency of production of gardenstuffs are in the gardens of Crimea: yesterday and today. *Taurida herald of the agrarian sciences*, 1, 78-82. EDN: [VJLQPH](#) (In Russian, English abstract).
4. Vorobyov, V.F., Kulikov, I.M., & Dzhura, N.Yu. (2020). Cultivation of pears in intensive plantations of various layouts and crown designs. In *Actual issues of horticulture and potato growing: proc. sci. conf.* (pp. 21-41). Yekaterinburg. EDN: [LWWKLW](#) (In Russian).
5. Grusheva, T.P., & Levshunov, V.A. (2019). Current trends in creating intensive apple gardens. *Fruit Growing*, 31, 272-281. EDN: [UDJASB](#) (In Russian, English abstract).
6. Dospekhov, B.A. (2013). *Field experience methodology: with the basics of statistical processing of research results*. Moscow : Book on Requirements. (In Russian).
7. Korneeva, S.A., Semin, I.V., & Yanchuk, T.V. (2022). A dwarf pear varieties creation is the priority selection part. *Vestnik of the russian agricultural science*, 3, 49-52. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/3/49-52>. EDN: [BEOCMQ](#) (In Russian, English abstract).
8. Kiseleva, N.S. (2015). Assessment of productivity and adaptivity parameters of pear. *Subtropical and ornamental horticulture*, 53, 77-85. EDN: [TWRTRP](#) (In Russian, English abstract).
9. Minakov, I.A. (2013). The current state and trends in the development of horticulture. In *Strategy for Innovative Development of Horticulture in the Russian Federation* (pp. 12-18). Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University. EDN: [ZEUAHN](#) (In Russian).
10. Maliy, O.V., Kostornova, O.V., & Usov, S.V. (2018). Yield capacity of pear tree on VA-29 rootstock in the Stavropol region. *Scientific publications of NCRRIH&V*, 14, 86-90. <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2018-14-86-90>. EDN: [YWTPXT](#) (In Russian, English abstract).
11. Minakov, I.A., & Naryzhny, I.F. (2013). Current state and production efficiency of plodovoberry production. *Region: systems, economics, management*, 3, 71-80. EDN: [RLNRRT](#) (In Russian, English abstract).
12. Plugatar, Yu.V., Babintseva, N.A., & Sotnik, A.I. (2022). The efficiency of apple fruit production (*Malus domestica* Borkh.) in intensive gardens of the Crimea. *Plant biology and horticulture: theory, innovation*, 2, 6-17. <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2022-2-163-6-17>. EDN: [QPQMWH](#) (In Russian, English abstract).
13. Plugatar, Yu.V., Sotnik, A.I., & Babina, R.D. (2017). Pear culture in the Crime: conditions and development perspective. *Works of the state Nikita botanical gardens*, 144-1, 227-235. EDN: [ZEKRDZ](#) (In Russian, English abstract).
14. Sedov, E.N., Krasova, N.G., Zhdanov, V.V., Dolmatov, E.A., & Mozhar, N.V. (1999). Pome fruits (apple, pear, quince). In E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 253-300). Orel: VNIISPK. EDN: [YHAPPN](#) (In Russian).
15. Lobanov, G.A. (Ed.) (1973). *Program and methods of variety trials of fruit, berry and nut crops*. Michurinsk, VNIIS. (In Russian).
16. Radkevich, T.V., & Bogdan, M.N. (2016). Effect of various crown formation methods on pear tree growth and fruiting. *Fruit Growing*, 28, 92-97. EDN: [YRSQHR](#) (in Russian)

17. Sotnik, A.I., & Babin, M.M. (2020). Economical evaluation of pear tree cultivation of seedlings and fruitage depending on variety-rootstock combinations. *Magarach. Viticulture and winemaking*, 3, 233-237. <https://doi.org/10.35547/IM.2020.22.3.010>. EDN: [WPMNUH](#) (In Russian, English abstract).
18. Sotnik, A.I., Babina, R.D., Khoruzhy, P.G., Grishaneva, L.Yu., & Chakalova, E.A. (2019). Yield and quality of winter cultivars of *Pyrus communis* L. under conditions of the Crimea. *Taurida herald of the agrarian sciences*, 2, 92-100. <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2019-2-18-93-101>. EDN: [MRUITN](#) (In Russian, English abstract).
19. Sotnik, A.I., Babina, R.D., & Tankevich, V.V. (2017). Actual aspects of horticulture development in the Republic of Crimea. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 49, 312-315. EDN: [YZJZXX](#) (In Russian, English abstract).
20. Tarasova, G.N. (2022). Analysis of the productivity of pear varieties of the Ural selection. *Horticulture and viticulture*, 1, 14-20. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2022-1-14-20>. EDN: [XGXWMK](#) (In Russian, English abstract).
21. Tankevich, V.V., & Sotnik, A.I. (2022). Agrobiological assessment of promising rootstocks for pears *in vitro* in the Crimea. *Bulletin of the state Nikitsky botanical garden*, 144, 147-154. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2022-144-147-154>. EDN: [CIGBKP](#) (In Russian, English abstract).
22. Firsova, S.V., Sofronov, A.P., & Rusinov, A.A. (2018). Pear adaptability and productivity in the North-Eastern part of European Russia. *Agricultural science Euro-North-East*, 4, 59-63. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.65.4.59-63>. EDN: [XVLNXV](#) (In Russian, English abstract).
23. Balan, V. (2007). Apple trees planting distances concept. *Bulletin of university of agricultural sciences and veterinary medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 64(1-2), 200-206.
24. Badiu, D., Arion, F.H., Muresan, I.C., Lile, R., & Mitre, V. (2015). Evaluation of economic efficiency of apple orchard investments. *Sustainability*, 7(8), 10521-10533. <https://doi.org/10.3390/su70810521>.
25. Dolmatov, E.A., & Semin, I.V. (2021). Dwarf varieties and rootstocks – the basis for creating intensive pear gardens in Central Russia. *E3S Web of Conferences*, 254, 01035. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401035>. EDN: [UONNYP](#)
26. Fisher, M. (2009). Pear Breeding. In *Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species Temperate* (pp. 135-160). New York: Springer https://doi.org/10.1007/978-0-387-71203-1_5
27. Jupa, R., Meszaros, M., & Plavcova, L. (2020). Linking wood anatomy with growth vigour and susceptibility to alternate bearing in composite apple and pear trees. *Plant biology*, 23(1), 172-183. <https://doi.org/10.1111/plb.13182>

Автор:

Нина Александровна Бабинцева, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующая лаборатории технологий выращивания плодовых культур, ФГБУН «Никитский ботанический сад-Национальный научный центр РАН», Отделение «Крымская опытная станция садоводства», n.babintseva@list.ru

Author details:

Nina Babintseva, PhD in Agriculture, Senior researcher in the Laboratory of Technologies for growing fruit crops of the department of FGBUN "Nikitsky Botanical Garden-National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Crimean Experimental Horticulture Station, n.babintseva@list.ru