

ISSN 2312-6701 (online)

СОВРЕМЕННОЕ САДОВОДСТВО – CONTEMPORARY HORTICULTURE

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

2025, № 4



ОРЛОВСКАЯ КРАСАВИЦА (*Pyrus communis* L.)

Красова Н.Г., Кузнецова А.Г., Седов Е.Н.

Учредитель и издатель:

ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СЕЛЕКЦИИ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР»



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, PИНЦ, 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

ВАК – К2
Белый список – УБС 3

**ПЛАТА ЗА ПУБЛИКАЦИЮ НЕ
ВЗИМАЕТСЯ**

СОВРЕМЕННОЕ САДОВОДСТВО – CONTEMPORARY HORTICULTURE

2025, № 4

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)
С 2025 года входит в Белый список – УБС 3

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

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Атрощенко Геннадий Парфёнович, д.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО СПбГАУ
Галашева Анна Мионовна, 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
Мясищева Нина Викторовна, д.с.-х.н., ФГБОУ ВО «Росбиотех»
Назирова Хикматулло Нуруллоевич, д.с.-х.н., профессор, Институт садоводства и овощеводства Таджикской АСХН
Ноздрачёва 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
Потанин Дмитрий Валериевич, д.с.-х.н., ФГАОУ ВО КФУ имени В.И. Вернадского
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
Сорокопудов Владимир Николаевич, д.с.-х.н., профессор, ФГБНУ ВИЛАР
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
Хоканова 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 & PUBLISHER:

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****2025, Issue 4**

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)

It has been on the White List since 2025 – Q3

CHIEF EDITOR

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

DEPUTY CHIEF EDITOR

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

EDITORIAL BOARD

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

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

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

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

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

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

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

Guillaume Charrier, PhD, French National Research Institute for Agriculture, Food & Environment (INRAE)

Dmitry V. Potanin, Dr. Agr. Sci., V.I. Vernadsky Crimean Federal University

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

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

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

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

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

Nina V. Myasishcheva, Dr. Agr. Sci., Rosbiotech

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Vladimir N. Sorokopudov, Dr. Agr. Sci., All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic
Plants

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦИЯ, СОРТОИЗУЧЕНИЕ

Галашева А.М. Основной создатель биоресурсной коллекции семечковых культур ВНИИСПК и ведущий pomолог России – Красова Нина Глебовна (к 90-летию со дня рождения)	6-12
Лаврушевич Н.Г., Бородкина А.Г. Характеристика микроспорогенеза у полиплоидной формы яблони, исходной для селекции	13-23
Горбунов А.Б., Титов Е.В. Цитологическая и морфологическая изменчивость клюквы: адаптивные возможности и перспективы селекции	24-42
Мельяновская А.Ю. Усовершенствование биотехнологических приёмов для получения исходного селекционного материала видов <i>Fragaria</i>	43-53
Таранов А.А., Полубятко И.Г., Фролова Л.В. Интродукция и использование сортов плодовых и ягодных культур селекции ВНИИСПК в Беларуси	54-62
Ульяновская Е.В., Щеглов С.Н., Богданович Т.В. Сравнительный анализ показателей урожайности и стабильности плодоношения яблони	63-76
Богданов Р.Е. Влияние погодных условий зимнего и весеннего периодов на продуктивность косточковых культур	77-89
Иванова М.И., Потанин Д.В., Иванченко В.И. Перспективы выращивания винограда в Волгоградской области с учётом экологической пластичности культуры и климатических особенностей региона	90-102
Келдибекова М.А., Князев С.Д. Оценка перспективных сортов смородины черной селекции ВНИИСПК по экологической пластичности и стабильности	103-111
Павленкова Г.А. Некоторые эколого-биологические особенности представителей рода <i>Syringa</i> L. в условиях Орловской области	112-125

САДОВОДСТВО И ПИТОМНИКОВОДСТВО

Руденко А.С., Рязанцев Н.В., Брыксина К.В., Кольцов В.А., Шелковская Н.К. Качество урожая молодых растений амурского винограда в условиях Нижнего Поволжья	126-136
Адрицкая Н.А. Агробиологическая оценка сортов и гибридов шпината в условиях Северо-Запада РФ	137-148
Трусов Н.А., Яценко И.О., Михеева С.В., Ноздрина Т.Д. Возможность выращивания клёна сахарного (<i>Acer saccharum</i> Marshall) в условиях Московского региона	149-161

CONTENTS

GENETICS, BREEDING, STUDY OF VARIETIES

Galasheva A.M. Nina Krasova, the main creator of the VNIISPK bioresource collection of pome fruit crops and Russia's leading pomologist (on the 90th anniversary of her birth)	6-12
Lavrusevich N.G., Borodkina A.G. Characteristics of microsporogenesis in polyploid apple initial for breeding	13-23
Gorbunov A.B., Titov E.V. Cytological and morphological variability of cranberries: adaptive capabilities and prospects for breeding	24-42
Melyanovskaya A.Yu. Improvement of biotechnological techniques for obtaining the initial breeding material of <i>Fragaria</i> species	43-53
Taranau A.A., Palubiatka I.G., Fralova L.V. Introduction and use of fruit and small fruit crops varieties bred by the VNIISPK in Belarus	54-62
Ulyanovskaya E.V., Shcheglov S.N., Bogdanovich T.V. Comparative analysis of indicators of yield and stability of apple tree fruit bearing	63-76
Bogdanov R.E. The influence of winter and spring season weather conditions on the productivity of stone crops	77-89
Ivanova M.I., Potanin D.V., Ivanchenko V.I. Prospects of grape cultivation in the Volgograd region, taking into account the ecological plasticity of culture and climatic features of the region	90-102
Keldibekova M.A., Knyazev S.D. Evaluation of promising VNIISPK black currant cultivars in terms of ecological plasticity and stability	103-111
Pavlenkova G.A. Some ecological and biological features of representatives of the genus <i>Syringa</i> L. in conditions of Orel region	112-125

NURSERY AND HORTICULTURE

Rudenko A.S., Ryazantsev N.V., Bryksina K.V., Koltsov V.A., Shelkovskaya N.K. Quality of harvest of young plants of <i>Vitis amurensis</i> in the conditions of the Lower Volga Region	126-136
Adritskaya N.A. Agrobiological assessment of spinach varieties and hybrids in the North-West of the Russian Federation	137-148
Trusov N.A., Yatsenko I.O., Mikheeva S.V., Nozdrina T.D. Cultivating sugar maple (<i>Acer saccharum</i> Marshall) in Moscow region	149-161

УДК 634.11: 631.52

Основной создатель биоресурсной коллекции семечковых культур ВНИИСПК и ведущий pomолог России – Красова Нина Глебовна (к 90-летию со дня рождения)

А.М. Галашева¹ 

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», 302530, д. Жилина, Орловский мо, Орловская область, Россия, info@vniispk.ru

Аннотация

Коллекции сельскохозяйственных растений и их диких сородичей играют важную роль для достижения целей продовольственной безопасности страны. В 1845 году в древесном питомнике (ныне ВНИИ селекции плодовых культур) начато изучение 20 сортов яблони. Сегодня коллекция насчитывает около 700 образцов из разных климатических зон, значительная часть которых составляет основу селекционных программ института. Массовое пополнение и поиск новых родительских форм началось в 1956 году Седовым Е.Н. В 1972 году к делу своей жизни приступила Нина Глебовна Красова – хранительница крупнейшей биоресурсной коллекции яблони и груши. Ею собрано 2 500 форм и сортов яблони и 500 сортов груши. Результатом изучения и включения в селекционные программы генофонда стали более 100 сортов яблони и груши. Красова Н.Г. является соавтором 18 сортов яблони и 10 сортов груши, многие из которых получили широкое распространение как в промышленных, так и в любительских садах. Красова Н.Г. известный ученый-помолог, пользующийся авторитетом не только в России, но и за рубежом. Ею опубликовано более 300 научных работ по вопросам изучения и использования в селекции коллекции яблони и сортовой агротехники культуры. За свой труд Красова Нина Глебовна награждена орденом Почета, Почетной Грамотой Президента Российской Федерации, грамотами и медалями академии наук, ведомств и органов власти.

Ключевые слова: яблоня, груша, селекция, агротехника, персоналии

Nina Krasova, the main creator of the VNIISPК bioresource collection of pome fruit crops and Russia's leading pomologist (on the 90th anniversary of her birth)

А.М. Galasheva¹ 

¹Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina, Oryol municipal district, Oryol region, Russia, 302530, info@vniispk.ru

Abstract

Collections of agricultural plants and their wild relatives play an important role in achieving the country's food security goals. In 1845, the arboreal nursery (now the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPК)) began studying 20 varieties of apple trees. Today, the collection includes about 700 specimens from different climatic zones, a significant part of which forms the basis of the institute's breeding programs. The massive replenishment and search for new parental forms began in 1956 by Sedov E.N. In 1972, Nina Krasova, the curator of the largest bioresource collection of apple and pear trees, began her life's work. She collected 2,500 forms and varieties of apple trees and 500 varieties of pears. More than 100 varieties of apple and pear trees have been studied and included in the breeding programs of the gene pool. Nina Krasova is a co-author of 18 cultivars of apple trees and 10 cultivars of pears, many of which are widely used both in industrial and amateur gardens. Nina Krasova is a well-known pomologist who enjoys authority not only in Russia but also abroad. She has published more than 300 scientific papers on the study

and use of apple tree collections and varietal agricultural techniques in breeding. For her work, Nina Krasova was awarded the Order of Honor, the Honorary Diploma of the President of the Russian Federation, diplomas and medals of the Academy of Sciences, departments and authorities.

Key words: *Malus*, *Pirum*, breeding, agrotechnics, personalities



В 1845 г. в Орловском древесном питомнике (ныне Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур) началось изучение сортов яблони (около 20 местных сортов). С 1869 года количество сортов увеличилось до 46, и с 1896 года коллекция питомника расширилась за счет интродукции черенков и саженцев американских и канадских сортов яблони (44 сорта), выписанных департаментом земледелия из Северной Америки. В 1922 году в Орловском помологическом рассаднике уже планировалось размножить следующие сорта яблони: зимние – Антоновка каменичка, Бабушкино, Варгуль, Добрый крестьянин, Ренет курский золотой, Скрыжапель, Репка Богдановская, Озимое, Борсдофское луковичное, Антоновка обыкновенная, Апорт зимний (Пастуховка), Пепинка литовская, Скланка курская, Коричное полосатое; осенние – Штрейфлинг, Боровинка белая и красная; летние – Грушовка московская, Малиновка (Суйслепское), Папировка, Репка Капылова и Коричное красное (клон Коричного полосатого).

В 1929 году коллекцию дополнили 23 сортами из США (питомник Американской ассоциации садоводов, г. Женева, штат Нью-Йорк): Jonathan, Winesap, Welsey, McIntosh, Baldwin, Winter Banana, Northern Spy, Stark, Hubbardston, Grimes Golden, Vagner, Delicious, Guenaud, Rhode Island Greening, Gravenstein, Ben-Davis, Famous, Tomkins King, Cortland, Roxbury Russet, Yellow Newton, Rome Beauty, Stayman. В 1938 году выращивали в помологическом саду 110 сортов яблони, из них мичуринских – 24, североамериканских и канадских – 32 и среднерусских – 54. В 1955 году коллекция насчитывала 177 сортов яблони (Седов, 2006).

С 1956 года академиком РАН Е.Н. Седовым с коллективом было начато активное экспедиционное обследование колхозных и любительских садов Орловской области и других областей средней полосы России. Коллекция была пополнена большим количеством местных сортов и форм. В 1972 году биоресурсную коллекцию возглавила и продолжила собирать и изучать Красова Нина Глебовна.

Родилась Нина Глебовна 21 сентября 1935 г. в д. Дрокино Емельяновского района Красноярского края в семье агронома. В 1958 году окончила Московскую ордена Ленина Сельскохозяйственную академию им. К.А. Тимирязева. По распределению была направлена

на Павловский госсортоучасток плодовых культур Воронежской области и по 1972 год работала сначала агрономом, затем заведующим ГСУ. Одновременно с работой агрономом закончила аспирантуру при Центральной генетической лаборатории им. И.В. Мичурина и в 1975 году успешно защитила кандидатскую диссертацию в Воронежском сельскохозяйственном институте им. К.Д. Глинки на тему: «Хозяйственно-биологическая оценка новых сортов яблони в условиях юга Воронежской области». Была проведена комплексная оценка хозяйственных и биологических особенностей сортов яблони, наиболее адаптированных к условиям юга Воронежской области для улучшения сортимента.

С 1972 г. научная деятельность Н.Г. Красовой связана с Всероссийским научно-исследовательским институтом селекции плодовых культур. В 1996 г. Н.Г. Красова защитила докторскую диссертацию на тему «Сортовой фонд яблони и груши и его использование в селекции и производстве».

Нина Глебовна собрала одну из самых крупных биоресурсных коллекций семечковых культур, в которую входили 2500 гибридных форм и сортов яблони и 500 груши различного эколого-географического и генетического происхождения, обладающих уникальными признаками.

В настоящее время биоресурсная коллекция семечковых культур насчитывает более 800 сортообразцов яблони (сортов и гибридных форм) из 25 стран мира. Сегодня в коллекции поддерживаются 642 сорта и 14 видов яблони (Россия – 410, Латвия – 41, Беларусь – 31, Украина – 26, США – 23, Швеция – 17, Канада – 14, Германия – 13, Финляндия – 13, Польша – 8, Казахстан – 6, Узбекистан – 6, Литва – 5, Чехия – 5, Франция – 3, Италия – 3, Молдавия – 3, Румыния – 2, Эстония – 2, Великобритания – 2, Нидерланды – 1, Австралия – 1, Корея – 1, Швейцария – 1, Япония – 1) и 137 гибридных форм (Россия – 124, Беларусь – 10, Украина – 2, Литва – 1) (Krasova et al. 2020a; Krasova et al. 2020b; Галашева, Ожерельева, 2024).

Целью работы с биоресурсной коллекцией является всесторонняя бонитировка генофонда для улучшения сортимента и выделения генетических источников и доноров, обеспечивающих стабильное проявления ценных хозяйственно-биологических признаков для использования в селекции. Биоресурсная коллекция – основная база для создания новых интенсивных сортов.

Из 410 российских сортов биоресурсной коллекции яблони 64 сорта созданы академиком РАН Е.Н. Седовым, соавтором 18 из них является Красова Н.Г. (Желанное, Орлинка, Радость Надежды, Раннее алое, Зарянка, Ветеран, Вита, Здоровье, Куликовское, Морозовское, Низкорослое, Олимпийское, Орловская заря, Память Семакину, Пепин орловский, Синап орловский, Утренняя Звезда, Академик Савельев). Она также является соавтором сортов груши Муратовская, Орловская красавица, Орловская летняя, Лира, Тютчевская, Есенинская, Аннушка, Русановская, Нерусса, Комета.

Исследование коллекции яблони позволило выявить значительный размах варьирования основных производственно-биологических показателей и выделить источники для селекции с максимальным проявлением отдельных или комплекса признаков: по зимостойкости, устойчивости к болезням и вредителям, скороплодности, продуктивности, товарным и потребительским качествам плодов различных сроков созревания. В результате изучения биологических особенностей генетического потенциала яблони выявлены сорта с ежегодным плодоношением – Богатырь, Синап орловский, Орлик, Память Мичурина и др. В результате изучения адаптивной способности сортов яблони к условиям произрастания на основе анализа экологической пластичности и стабильности плодоношения выявлены высокие показатели адаптивности у сортов яблони Синап орловский, Имрус, Орлинка, Память Семакину, Рождественское и др. Сорта Бунинское, Ветеран, Куликовское, Орлик

отнесены к группе сортов, отзывчивых на условия выращивания в насаждениях интенсивного типа. Выявлены сорта с устойчивостью тканей к морозам до минус 40...42°C и способностью восстанавливать морозостойкое состояние после оттепелей – Августа, Веньяминовское, Ветеран, Имрус, Куликовское, Память воину, Орлинка, Синап орловский и ряд других.

В результате исследований, проведенных на основе полевых методов оценки сортов яблони в сочетании с методами моделирования повреждающих факторов и физиолого-биохимических методов, выявлен механизм приобретения и проявления устойчивого состояния генотипов в осенне-зимний период. В осенний период при снижении активности метаболизма активизируются комплексаторные и защитные механизмы, происходит закаливание и накопление энергетического потенциала для перезимовки растения, повышающего адаптационно-защитный механизм. Существенные различия в количественных показателях содержания в вегетативных органах углеводов, некоторых фенольных соединений, показателей активности ферментов обусловлены генетической специфичностью сортов и позволяют судить об интенсивности физиолого-биохимических изменений в тканях сортов различной устойчивости в процессе их адаптации к неблагоприятным условиям. Показатели соотношения связанной воды к свободной, динамика содержания в тканях побегов пролина, аскорбиновой кислоты, антоцианов, цианидинов, низкий уровень активности пероксидазы и повышение активности полифенолоксидазы в зимний период, а также их реакция на криострессы могут быть диагностическими показателями устойчивости сортов яблони к неблагоприятным условиям. Разработаны и представлены рекомендации «Использование физиолого-биохимических методов для диагностики зимостойкости яблони» (Красова и др., 2013; Красова и др. 2014).

Многолетнее изучение биологических особенностей сортов яблони позволило значительно улучшить районированный сортимент яблони Центрального и Центрально-Черноземного регионов России за счет введения сортов селекции ВНИИСПК – Орловское полосатое, Орлик, Ветеран, Синап орловский, Куликовское, Низкорослое, Орлинка, Раннее алое, превосходящих районированные сорта по комплексу показателей, а в дальнейшем за счет внедрения иммунных к парше сортов – Имрус, Болотовское, Ивановское, Веньяминовское, Рождественское, Свежесть и др., а также триплоидных сортов яблони Александр Бойко, Вавиловское, Министр Киселев, Орловский партизан, Праздничное, Патриот и др.

Итог длительной работы по изучению коллекции яблони подведен в монографии «Биоресурсная коллекция яблони ВНИИСПК. Формирование, изучение, использование» (Красова, 2024).

С 1984 года Красова Н.Г. совместно с сотрудниками начала работу по изучению сортов яблони ВНИИСПК при использовании слаборослых подвоев в качестве интеркаляров. Установлено, что использование слаборослых клоновых подвоев в качестве интеркаляра на сильнорослом семенном подвое оказывает такое же ослабляющее влияние на рост привоя и способствует ускорению плодоношения, как и при использовании его в качестве корневого подвоя. Выращивание саженцев с использованием вставки слаборослого подвоя дает возможность создания современных слаборослых садов без применения дорогостоящих опор. Были разработаны приемы выращивания сортов на слаборослых интеркалярных подвоях в питомнике, в том числе по разработке приемов выращивания разветвленных однолетних саженцев для новых сортов селекции ВНИИСПК.

Для современных садов выявлены лучшие привойно-подвойные комбинации яблони, обеспечивающие высокую окупаемость производственных затрат и высокую экономическую

эффективность их возделывания в садах интенсивного типа (Красова и др., 2022; Krasova et al., 2022).

Под руководством Н.Г. Красовой в лаборатории были выполнены исследования по грантам РФФИ:

1. «Выявление закономерностей реализации биологического потенциала устойчивости к стрессам зимнего периода генотипов рода *Malus* Mill.» Проект № 09-04-127-р_оффи (2009...2010 гг.).

2. «Управление продукционным процессом при стрессовых воздействиях внешней среды на основе выявления закономерностей формирования потенциальной адаптивности генотипов яблони». Проект № 12-04-97505 (2012...2013 гг.).

Нина Глебовна принимала участие в исследованиях по гранту Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (2015 г.) «Изучение адаптивных и продуктивных возможностей генофонда зерновых, зернобобовых, масличных, крупяных и плодово-ягодных культур и выделение перспективного генетического материала для создания отечественных конкурентоспособных сортов по обеспечению импортозамещения в растениеводстве». За годы работы Н.Г. Красовой опубликовано более 300 научных статей и 16 книг (в соавторстве). Под её руководством выполнены и защищены 2 кандидатские диссертации.

Красова Н.Г. активно проводит организационно-научную работу, была членом диссертационного совета Д999.059 04 на базе Орловского ГАУ, участвовала в выполнении хозяйственных работ по апробации саженцев в хозяйствах и составлению проектов закладки садов и питомников в средней зоне садоводства России, руководила курсами повышения квалификации по подготовке и обучению специалистов-апробаторов плодовых и ягодных культур в питомниках и садах.

Была участником ВДНХ, награждена бронзовой медалью (1986), медалью «Лауреат ВВЦ». В 1992 году Красовой Н.Г. присвоено почетное звание «Ветеран труда». В 1995 получила грамоту Россельхозакадемии. В 2005 г. награждена Грамотой Президиума Россельхозакадемии. В 2008 году была награждена «Орденом Почета». В 2016 г. награждена «Почетной грамотой Президента Российской Федерации». В 2024 г. награждена медалью «300-летие Российской академии наук», а в 2025, за заслуги, достижения и многолетний добросовестный труд присвоено почётное звание «Почётный работник науки и высоких технологий Российской Федерации». Пятьдесят три года Красова Нина Глебовна посвятила своей любимой работе во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур, в котором пользуется заслуженным авторитетом и уважением в коллективе.

В настоящее время Нина Глебовна занимает должность научного консультанта, живет скромно в старом маленьком доме с садом, цветами, огородом, с внуками и правнучками.

Литература

1. Красова Н.Г., Ожерельева З.Е., Галашева А.М., Макаркина М.А., Лупин М.В. Оценка адаптивности и качества плодов сортов яблони для интенсивных садов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. 183, 4. 48-59. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-4-48-59>
2. Красова Н.Г., Ожерельева З.Е., Голышкина Л.В., Макаркина М.А., Галашева А.М. Зимостойкость сортов яблони. Орел: ВНИИСПК, 2014. 184. <https://www.elibrary.ru/ygzpyf>
3. Красова Н.Г., Голышкина Л.В., Галашева А.М. Использование физиолого-биохимических методов для диагностики зимостойкости яблони (методические указания). Орел: ВНИИСПК, 2013. 44. <https://www.elibrary.ru/xzrtqt>

4. Галашева А.М., Ожерельева З.Е. Оценка засухоустойчивости, урожайности сортов яблони селекции ВНИИСПК и интродуцированных сортов // Аграрный вестник Урала. 2024. 24, 12. 1586-1600. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-12-1586-1600>
5. Красова Н.Г. Биоресурсная коллекция яблони ВНИИСПК формирование, изучение, использование. Орёл: ВНИИСПК, 2024. 256. <https://www.elibrary.ru/nqqbdy>
6. Седов Е.Н. Старейшее помологическое учреждение России. Орел: ВНИИСПК. 2006. 296. <https://www.elibrary.ru/yflasb>
7. Седов Е.Н. Каталог сортов яблони. Орел: ВНИИСПК, 1981. 287.
8. Krasova N., Ikase L., Dekena D. Evaluation of the main biological and production traits of Latvian apple cultivars in the conditions of Central Russia // Agronomy Research. 2020a. 18, 4. 2727-2742. <https://doi.org/10.15159/AR.20.222>
9. Krasova N., Ozherelieva Z., Galasheva A. Evaluation of Finnish apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). // Agricultural and Food Science. 2020b. 29, 5. 515-525. <https://doi.org/10.23986/afsci.91504>
10. Krasova N., Ozherelieva Z., Galasheva A., Lupin M. Production and Biological Assessment of VNIISPK Cultivars of Various Ploidy for the Zone of Temperate Continental Climate // Plants. 2022. 11, 20. 2770. <https://doi.org/10.3390/plants11202770>

References

1. Krasova, N.G., Ozherelieva, Z.E., Galasheva, A.M., Makarkina, M.A., & Lupin, M.V. (2022). Assessment of adaptability and fruit quality in new apple cultivars for intensive orchards. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 183(4), 48-59. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-4-48-59>. (In Russian, English abstract).
2. Krasova, N.G., Ozherelieva, Z.E., Golyshkina, L.V., Makarkina, M.A., & Galasheva, A.M. (2014). *Winter Hardiness of Apple Cultivars*. VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/ygzpyf>. (In Russian).
3. Krasova, N.G., Golyshkina, L.V., & Galasheva, A.M. (2013). *The Use of Physiological and Biochemical Methods for the Diagnosis of Winter Hardiness of Apple Trees (guidelines)*. VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/xzrtqt>. (In Russian).
4. Galasheva, A.M., & Ozherelieva, Z.E., (2024). Assessment of drought resistance, yield of apple tree varieties selected by VNIISPK and introduced varieties. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 24(12), 1586-1600. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-12-1586-1600>. (In Russian, English abstract).
5. Krasova, N.G. (2024). *VNIISPK Bioresource Apple Collection Formation, Study, Usage*. VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/nqqbdy>. (In Russian, English abstract).
6. Sedov, E.N. (2006). *The Oldest Pomological Institution of Russia*. VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/yflasb>. (In Russian).
7. Sedov, E.N. (1981). *Apple Cultivars Catalog*. VNIISPK. (In Russian).
8. Krasova, N., Ikase, L., & Dekena, D. (2020a). Evaluation of the main biological and production traits of Latvian apple cultivars in the conditions of Central Russia. *Agronomy Research*, 18(4), 2727-2742. <https://doi.org/10.15159/AR.20.222>
9. Krasova, N., Ozherelieva, Z., & Galasheva, A. (2020b). Evaluation of Finnish apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). *Agricultural and Food Science*, 29(5), 515-525. <https://doi.org/10.23986/afsci.91504>
10. Krasova, N., Ozherelieva, Z., Galasheva, A., & Lupin, M. (2022). Production and biological assesment of VNIISPK cultivars of various ploidy for the zone of temperate continental climate. *Plants*, 11(20), 2770. <https://doi.org/10.3390/plants11202770>

Автор:

Анна Мироновна Галашева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией сортоизучения и сортовой агротехники яблони, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур. anna-galasheva@mail.ru
ORCID: 0000-0001-8795-9991
SPIN: 2823-5209

Author:

Anna M. Galasheva, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of the laboratory of apple variety studies and varietal agrotechnics, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), anna-galasheva@mail.ru
ORCID: 0000-0001-8795-9991
SPIN: 2823-5209

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 576.354.4 576.354.5 634.11

Характеристика микроспорогенеза у полиплоидной формы яблони, исходной для селекции

Н.Г. Лаврусевич¹ , А.Г. Бородкина¹

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», 302530, Орловская область, Орловский МО, д. Жилина, Россия, info@vniispk.ru

Аннотация

Основной способ получения триплоидов яблони – скрещивания по схеме $2x \times 4x$. При включении тетраплоидов в селекционный процесс, следует учитывать особенности формирования гамет, что позволяет правильно подобрать исходные формы для скрещивания и наметить необходимый объем гибридизации. Цель исследований – изучение микроспорогенеза тетраплоидной формы яблони для использования в селекции на полиплоидном уровне. Исследования проводились в лаборатории цитозембриологии ВНИИСПК. В качестве объекта исследования использовали полиплоидную форму яблони 32-14-36 [25-37-45 (Орловская Гирлянда \times Wealthy тетраплоидный) \times 16981 (Коричное полосатое \times Прима)], которая получена в отделе селекции семечковых культур ВНИИСПК. Для изучения мейоза при микроспорогенезе применяли ацетогематоксилиновый метод. С момента, когда генеративные почки достигали стадии «зеленый конус», проводили фиксацию почек. Фертильность пыльцы определяли ацетокарминовым методом. Морфология нарушений у тетраплоидной формы яблони 32-14-36 типична, как и у ранее изученных тетраплоидов яблони. Нарушения в мейозе микроспорогенеза (преждевременное забегание одной или нескольких хромосом к полюсам веретена, выбросы хромосом за пределы веретена деления, отставания хромосом, мосты, асинхронное деление в разных веретенах одного микроспороцита, комбинация из двух типов нарушений в одном микроспороците, формирование полиад и др.) в подавляющем большинстве случаев варьируют в пределах 8,7...38,5%. Отмечено, что у большей части микроспороцитов картины мейотического деления правильные, что подтверждается большим процентом фракции нормального размера (81,4%) и высокой фертильностью пыльцевых зерен (73,1%). Следовательно, тетраплоидную форму яблони 32-14-36 можно использовать в качестве опылителя в селекционном процессе.

Ключевые слова: тетраплоид, цитология, яблоня, мейоз, диплоидные гаметы, полиплоидия, селекция

Characteristics of microsporogenesis in polyploid apple initial for breeding

N.G. Lavrusevich¹ , A.G. Borodkina¹

¹Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), 302530, Russia, Orel region, Orel MO, Zhilina, VNIISPK, info@vniispk.ru

Abstract

The main method of obtaining apple triploids is cross-breeding according to the $2x \times 4x$ scheme. When including tetraploids in the breeding process, it is necessary to take into account the formation of gametes, which allows for the correct selection of initial forms for cross-breeding and the determination of the necessary amount of hybridization. The goal of the research was to study the microsporogenesis of the tetraploid apple form for use in polyploid breeding. The research was

conducted at the Cytembryology Laboratory of the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK). The 32-14-36 apple tetraploid [25-37-45 (Orlovskaya Girlyanda × Wealthy tetraploid) × 16981 (Korichnoye Polosatoye × Prima)] was used as an object of the study. The acetohumatexilil method was used to study meiosis during microsporogenesis. When the generative buds reached the “green cone” stage, the buds were fixed. The pollen fertility was determined by the acetocarmine method. The morphology of the 32-14-36 apple tetraploid is typical, as it was in the case with previously studied tetraploid apple trees. Disorders in meiosis of microsporogenesis (premature running of one or more chromosomes to the spindle poles, chromosome ejections outside the division spindle, chromosome lagging, bridges, asynchronous division in different spindles of a single microsporocyte, a combination of two types of disorders in a single microsporocyte, polyad formation, etc.) in the vast majority of cases varied within 8.7—38.5%. It was noted that most microsporocytes had correct meiotic division patterns, which was confirmed by the high percentage of normal-sized cells (81.4%) and the high fertility of pollen grains (73.1%). Therefore, the 32-14-36 apple tetraploid can be used as a pollinator in the breeding process.

Key words: tetraploid, cytology, apple, meiosis, diploid gametes, polyploidy, breeding

Введение

Полиплоидия является одним из важнейших факторов эволюции растительного мира, так как служит источником изменчивости, увеличения пластичности форм и их адаптивных возможностей (Жученко, 2004).

У яблони триплоидный уровень плоидности считается наиболее оптимальным, поскольку преимущества триплоидных сортов яблони перед диплоидными проявляются в улучшении целого ряда свойств: более регулярное по годам плодоношение, высокая товарность, витаминность плодов (Седов и др., 2021; Седов и др., 2022a; Седов и др., 2022b; Тележинский, Котов, 2021). Во ВНИИСПК впервые в России и в мире создана серия триплоидных сортов яблони от целенаправленных скрещиваний 2х × 4х: Августа, Академик Савельева, Бежин луг, Благодать, Дарена, Министр Киселев, Орловский партизан, Осиповское, Патриот, Александр Бойко, Яблочный Спас и др. (Седов и др., 2019; Корнеева и др., 2023). Селекция яблони на полиплоидном уровне позволяет получать триплоидные сорта путем вовлечения в селекционный процесс тетраплоидных форм яблони, которые дают гаметы с двойным набором хромосом, что обеспечивает дополнительные возможности получения большого генетического разнообразия в гибридном потомстве и, следовательно, увеличения вероятности отбора новых ценных форм.

Изучение кариотипа важно для селекции яблони (Podwyszyńska et al., 2021). Размер клеток, количество устьиц и диаметр пыльцевых зерен положительно коррелирует с уровнем плоидности, а также размером генома. Размер плодов лишь частично коррелирует с уровнем плоидности (Podwyszyńska et al., 2019; Podwyszyńska, Marasek, 2021). При включении полиплоидных форм в селекционные скрещивания обязательным условием является определение плоидности полученного потомства, что дает возможность отобрать генотипы с тройным набором хромосом и по выходу триплоидных растений определить, является ли тетраплоидная родительская форма донором диплоидных гамет (Пикунова и др., 2018). Генотипы и фенотипы тетраплоидов яблони были изучены рядом исследователей (Podwyszyńska et al., 2019; Podwyszyńska, Marasek, 2021). Отмечено, что тетраплоиды отличаются слабым ростом (Podwyszyńska et al., 2019; Podwyszyńska, Marasek, 2021; Xue et al., 2017).

Микроспорогенез является ключевым этапом в жизненном цикле растений и приводит к образованию микроспор (гаплоидных клеток). Процесс микроспорогенеза у сортов вишни,

сливы, груши, яблони, смородины и крыжовника описаны рядом авторов (Васильева, Матвеев, 2011; Яндовка, Папихин, 2012; Мочалова, 2018; Степанова и др., 2024). Морфология мейоза тетраплоидных форм яблони слабо изучена из-за их невысоких хозяйственно-ценных свойств по сравнению с широко распространенными диплоидными сортами яблони (Горбачева, 2018; Лаврусевич, Бородкина, 2024). Привлечение тетраплоидов в селекционный процесс по получению триплоидов поставило вопрос о необходимости их детального изучения (Лаврусевич и др., 2024). Лаборатория цитозембриологии ВНИИСПК занимается всесторонним изучением эмбриональных структур тетраплоидных форм яблони – доноров диплоидных гамет. К настоящему времени подробно изучен ход мейоза во время микроспорогенеза и формирование микроспор у 21 тетраплоидной формы яблони. При сравнении тетраплоидных форм яблони между собой отмечены общие морфологические типы нарушений на всех стадиях микроспорогенеза. Так, на стадиях метафазы I и II наиболее распространенными типами нарушений являются преждевременное забегание отдельных хромосом к полюсам веретена деления, выброс за пределы ахроматинового веретена, сверхчисленные веретена, часто встречаются микроспороциты с двумя и даже тремя типами нарушений одновременно в одном микроспороците (забегание + выброс и др.), асинхронное деление в разных веретенах. На стадиях анафазы-I и II чаще других типов встречаются выбросы и запоздалое деление (отставание) части бивалентов в центре веретена деления, мосты и комбинации из двух типов нарушений в одном микроспороците одновременно, например, отставание + выбросы. Стадии телофазы-I и II характеризуются наличием микроядер и сверхчисленных ядер. Часть таких нарушений приводит к формированию микроспороцитов с числом микроспор больше или меньше нормы. У подавляющего большинства тетраплоидных форм на стадии тетрад встречаются полиады с числом микроспор от 5 до 7, пентады, гексады, гептады, реже встречаются октады и нонады, а также диады и триады. Несмотря на встречающиеся нарушения мейоза во время микроспорогенеза, у большинства изученных форм мейоз завершается формированием значительного количества морфологически нормальной выровненной пыльцы, изредка отмечены крупные пыльцевые зерна (Седов и др., 2015).

Изучение цитозембриологических особенностей исходных полиплоидных форм является необходимой частью селекционной работы с использованием полиплоидов. При использовании тетраплоидных форм в гетероплоидных скрещиваниях следует в обязательном порядке учитывать их цитозембриологические характеристики, особенности формирования гамет. Эти знания позволяют селекционерам правильно подобрать исходные формы и наметить необходимый объем скрещиваний для получения достаточного количества гибридных растений нужной ploидности и для выделения форм – кандидатов в сорта с триплоидным генотипом. Изучение цитозембриологических особенностей генеративных структур тетраплоидных форм яблони, определение ploидности гибридного потомства необходимы для успешной постановки селекционных работ и для прогнозирования результатов этих работ, является актуальным.

Необходимо отметить, что в России и мире подобного рода работа ведется не столь активно, что подчеркивает ценность данных исследований.

Цель исследований – изучение микроспорогенеза тетраплоидной формы яблони для использования в селекции на полиплоидном уровне.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2023 году на базе лаборатории цитозембриологии и в селекционном саду яблони ВНИИСПК с серыми лесными почвами, с содержанием

гумуса 3%. Год посадки – 2017. Схема посадки 5,0 × 1,0 м. В междурядьях используется естественное залужение, в приствольных полосах гербициды.

Объектом исследования была полиплоидная форма яблони 32-14-36 [25-37-45 (Орловская Гирлянда × Wealthy тетраплоидный) × 16981 (Коричное полосатое × Прима)], которая получена в отделе селекции семечковых культур. Из 200 гибридных семян семьи селекционерами было отобрано 48 растений, из них только один сеянец имел тетраплоидный набор хромосом, поэтому он был выбран для дальнейшего изучения, так как ограниченное количество тетраплоидных форм яблони является сдерживающим фактором для селекции яблони на полиплоидном уровне. Пloidность ($2n = 4x = 68$) определена в лаборатории цитозембриологии ВНИИСПК. Плоды у формы 32-14-36 румяные, массой 130 г, внешний вид оценивается на 4,2 балла, вкус на 4,1 балл.

Для изучения мейоза во время микроспорогенеза из фиксированного материала готовили временные давленные препараты ацетогематоксилиновым методом (Седышева, Соловьева, 1999).

В год проведения исследований на анализ были взяты (зафиксированы) все генеративные почки, имеющиеся на дереве, в бутонах проанализированы все встретившиеся микроспороциты на разных стадиях деления. Всего было проанализировано 1061 микроспороцит (таблица 1). На стадиях анафаза-I и метафаза-II встретилось небольшое количество клеток – 65 и 68 шт.

Генеративные почки фиксировались в уксусном спирте (3 : 1). Фиксация темпоральная на протяжении нескольких дней с момента появления зеленого конуса и до массового появления сформированной пыльцы в пыльниках (конец апреля – начало мая). Бутончики в фиксаторе оставляли на 24 часа. Зафиксированный материал промывали 96% этиловым спиртом (3 раза по 1 часу), заливали 70% этиловым спиртом для хранения. При приготовлении временных микропрепаратов осуществлялась последовательная проводка бутончиков в стеклянных бюксах через кислоты – 10 минут в 1N растворе соляной кислоты (HCl) для вымывания фиксирующей жидкости из тканей бутончиков, затем мацерация в смеси концентрированной HCl и дистиллированной воды (1 : 1) в течение 20 минут, трехкратное промывание в дистиллированной воде для полного смыва соляной кислоты и заливка на 20 минут уксусной кислотой для пропитывания тканей и удаления остатков соляной кислоты. Затем бутончики на сутки заливали ацетогематоксилином, после слива красителя бюкс наполняли дистиллированной водой. Из бутончиков препаративной иглой вычленили пыльники, помещали на 3...5 минут в каплю дифференцирующего раствора – равной смеси по объему 45% уксусной кислоты и хлоралгидрата. Затем пыльники помещали на предметное стекло, накрывали покровным стеклом и раздавливали. Препарат готов для просмотра под микроскопом (Седышева, Соловьева, 1999).

Фертильность пыльцы определяли ацетокарминовым методом (Паушева, 1988).

Изучение микроспорогенеза проводили на микроскопах «Nikon-80i», «Nikon-50i» при 40-кратном и 100-кратном увеличении, фотографии сделаны фотокамерой Nikon DS-Fi.

Результаты исследований

Для определения ценности тетраплоидной формы яблони 32-14-36 [25-37-45 (Орловская Гирлянда × Wealthy тетраплоидный) × 16981 (Коричное полосатое × Прима)], как донора диплоидных гамет, проанализирован характер микроспорогенеза.

Следует отметить, что мейоз в материнских клетках пыльцы протекает весной в течение довольно короткого времени, когда цветковые почки находятся на стадии зеленого конуса. Начало мейоза отмечено в пыльниках, когда визуально они выглядят зеленовато-

прозрачными. Если окраска пыльников становится кремовой – мейоз завершен, в пыльниках наблюдается одноядерная пыльца.

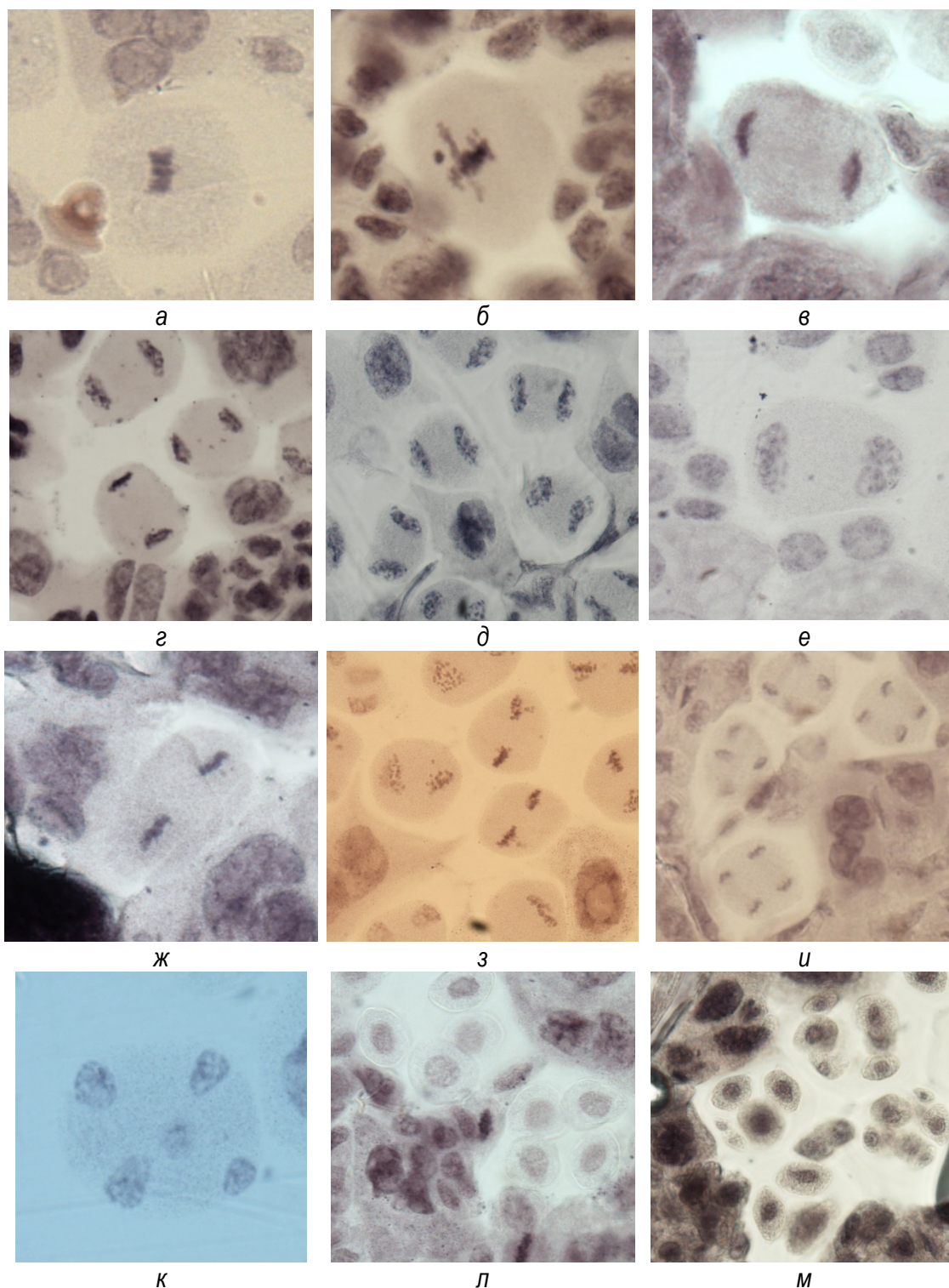
Изучение последовательных стадий мейоза показало наличие отклонений у формы 32-14-36 на всех стадиях деления. Уровень нарушений варьировал от 8,7% (стадия телофаза-I) до 38,5% (стадия метафаза-II) (таблица 1).

Таблица 1 – Количество и характер аномалий в ходе мейоза у тетраплоидной формы яблони 32-14-36 селекции ВНИИСПК

Стадия мейоза	Всего просмотрено клеток, шт.	Всего клеток с нарушениями		Типы нарушений	Количество нарушений	
		шт.	% $\pm m$		шт.	% от общего количества нарушений
Метафаза-I	123	37	30,1 \pm 4,1	забегание	31	83,8
				выбросы	6	16,2
Анафаза-I	68	14	20,6 \pm 4,9	отставание	11	78,6
				выбросы	2	14,3
				мост + выброс	1	7,1
Телофаза-I	195	17	8,7 \pm 2,0	микроядра	16	94,1
				мост	1	5,9
Метафаза-II	65	25	38,5 \pm 6,0	забегание	17	68,0
				выбросы	7	28,0
				забегание + выброс	1	4,0
Анафаза-II	105	23	21,9 \pm 4,0	отставание	10	43,5
				выбросы	4	17,4
				асинхронность деления	1	4,3
				мост	4	17,4
				комбинация из двух нарушений	4	17,4
Телофаза-II	129	17	13,2 \pm 2,9	сверхчисленные ядра	17	100
Тетрады	376	94	25,0 \pm 2,2	пентада	67	71,3
				гексада	22	23,4
				гептада	3	3,2
				октада	2	2,1

В гетеротипическом делении на стадиях метафазы-I и анафазы-I число нарушений максимальное, на стадии телофазы-I резко снижается. В гомеотипическом делении на стадиях метафазы-II и анафазы-II вновь увеличивается, а в телофазе-II – уменьшается. Такие колебания происходят, по всей вероятности, потому, что часть нарушений такого типа как забегание и отставание отдельных хромосом к моменту завершения стадии объединяются с основной группой хромосом, и ко времени наступления стадий телофазы-I и телофазы-II из нарушений остаются лишь хромосомы, отброшенные за пределы веретена деления. Такая общая тенденция характерна и для большинства тетраплоидных форм яблони, изученных ранее Г.А. Седышевой. Как исключение, был отмечен ход мейоза при микроспорогенезе у тетраплоидной формы сорта McIntosh (4x), число нарушений начиная со стадии метафазы-II резко увеличивалось и достигало максимума (96,7%) к моменту завершения мейоза (Седов и др., 2008).

На рисунке 1 представлены типы нарушений на отдельных стадиях мейоза. Морфология нарушений у тетраплоидной формы яблони 32-14-36 типична, как и у ранее изученных тетраплоидов яблони (Седов и др. 2015).



а – метафаза-I, норма; б метафаза-I – забегание, выброс; в – анафаза-I, норма; г – анафаза-I отставание, выбросы; д – телофаза-I, норма; е – телофаза-I, микроядро; ж – метафаза-II, норма; з – метафаза-II, выброс; и – анафаза-II, норма; к – телофаза-II, пять ядер; л – тетрады, норма; м – полиады (пентада, гексада)

Рисунок 1 – Картины деления в ходе микроспорогенеза

На стадии метафазы I и II превалируют преждевременные забегания хромосом к полюсам деления (рисунок 1а), выбросы отдельных хромосом или групп хромосом за пределы веретена деления (рисунок 1д).

Во время анафазы I и II кроме отставаний, выбросов, мостов, характерных для обоих делений, во время второго деления еще отмечены асинхронность деления, комбинация из двух типов нарушений (рисунок 1г).

Для телофазы наиболее характерно наличие микроядер, сверхчисленных ядер (рисунок 1и). Это, в свою очередь, приводит к тому, что на следующей стадии вместо нормальных тетрад образуются полиады (пентады, гексады, гептады, октады), а также микроспоры с микроядрами (рисунок 1л). Все это свидетельствует об аномальном распределении хроматина в процессе мейотического деления, а, следовательно, часть микроспор из таких аномальных микроспороцитов будет иметь пониженную жизнеспособность.

В гетеротипическом делении на стадии метафаза-I основной тип нарушений – забегание 1...3 хромосом к полюсам веретена деления (83,8% от общего числа нарушений); в анафазе-I – запоздалое деление 1...3 бивалентов в центре веретена – 78,6% от общего числа нарушений, выбросы отдельных хромосом составляют – 14,3%. В телофазе-I наличие микроядрышек составляет 100% нарушений.

В гомеотипическом делении на начальной стадии (метафаза-II) преобладающим типом нарушений является преждевременное отхождение одной или нескольких хромосом к полюсам веретена деления (68% от общего числа нарушений); выбросы хромосом за пределы веретена деления составили 28%, наличие несколько типов аномалий (выброс + забегание хромосом) – 4% от общего числа нарушений. В анафазе-II нарушения в процентном соотношении следующее: отставание хромосом составляет 43,5%, выбросы, мосты, комбинации из двух типов нарушений по 17,4%, асинхронность деления 4,3%. В телофазе-II присутствие 1-3 сверхчисленных ядер составляет 100% нарушений. На стадии тетрад полиады составляют 25% всех нарушений. Из полиад 71,3% – пентады (таблица 1).

Следует отметить, что у большей части микроспороцитов картины мейотического деления правильные, что подтверждается анализом пыльцы – аномальные (мелкие, крупные) пыльцевые зерна составляют 18,6%, а нормальные пыльцевые зерна – 81,4%. Фертильность пыльцы тетраплоидной формы яблони 32-14-36 составила 73,1% (рисунок 2).

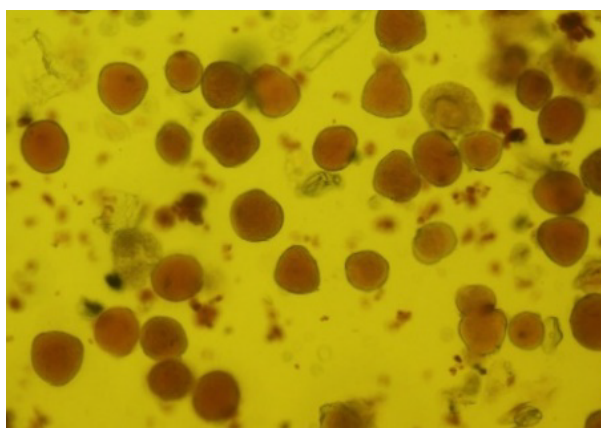


Рисунок 2 – Пыльца тетраплоидной формы 32-14-36 после окрашивания ацетокармином

Следовательно, тетраплоидную форму яблони можно использовать в качестве опылителя в селекционном процессе.

Заключение

Изучены последовательные стадии мейоза вовремя микроспорогенеза и фертильность пыльцы у полиплоида 32-14-36 (4x). Выявлено, что тетраплоидная форма имеет незначительное число отклонений на последовательных этапах мейоза (8,7...38,5%), большая часть микроспороцитов с правильными картинами деления, что подтверждается большим процентом фракции нормального размера (81,4%) и высокой фертильностью пыльцевых зерен (73,1%). Морфология нарушений у тетраплоидной формы яблони 32-14-36 типична, как и у ранее изученных тетраплоидов яблони. На основании полученных данных делается вывод о пригодности полиплоидной формы яблони 32-14-36 (4x) [25-37-45 (Орловская Гирлянда × Wealthy тетраплоидный) × 16981 (Коричное полосатое × Прима)] в качестве опылителя в гетероплоидных скрещиваниях.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Васильева М.Н., Матвеев В.А. Особенности микроспорогенеза сливы диплоидной // Плодоводство. 2011. 23. 121-128. <https://fruit.belal.by/jour/article/view/509>
2. Горбачева Н.Г. Характеристика микроспорогенеза у тетраплоидной формы исходной для селекции яблони // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. 4. 25-27. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2018/4/25-27>
3. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). М.: Агрорус, 2004. 1.690. <https://www.elibrary.ru/qkwomp>
4. Корнеева С.А., Седов Е.Н., Янчук Т.В. Сорта яблони селекции ВНИИСПК в производстве // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2023. 4. 50-54. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/4/50-54>
5. Лаврусевич Н.Г., Бородкина А.Г. Особенности редукционного деления тетраплоида *Malus domestica* // Современное садоводство. 2024. 1. 32-40. <https://www.elibrary.ru/duuhtv>
6. Лаврусевич Н.Г., Бородкина А.Г., Зубкова М.А. Характеристика микроспорогенеза у тетраплоида яблони и его родительской формы в связи с использованием в селекции на полиплоидном уровне // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2024. 2. 15-19. <https://doi.org/10.31857/S2500208224020047>
7. Мочалова О.В. Особенности микроспорогенеза у гексаплоидных гибридов вишни степной (*Prunus fruticosa* Pall.) // Современное садоводство. 2018. 3. 47-55. <https://www.elibrary.ru/yqvinf>
8. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 271.
9. Пикунова А.В., Седов Е.Н., Токмаков С.В. Супрун И.И., Горбачева Н.Г., Должикова М.А., Янчук Т.В., Серова З.М. Полиморфизм микросателлитных локусов разнотипных генотипов яблони (*Malus domestica* Borkh.) // Генетика. 2018. 54, 4. 447-455. <https://doi.org/10.7868/S0016675818040069>
10. Седов Е.Н., Корнеева С.А., Янчук Т.В. Роль отечественной селекции в совершенствовании сортимента яблони в России // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. 4. 17-19. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/4/17-19>
11. Седов Е.Н., Седышева Г.А., Макакина М.А., Левгерова Н.С., Серова З.М., Корнеева С.А., Горбачева Н.Г., Салина Е.С., Янчук Т.В., Пикунова А.В., Ожерельева З.Е. Инновации в изменении генома яблони. Новые перспективы в селекции. Орел: ВНИИСПК. 2015. 336. <https://www.elibrary.ru/xxpbed>
12. Седов Е.Н., Серова З.М., Янчук Т.В., Корнеева С.А. Триплоидные сорта яблони селекции ВНИИСПК для совершенствования сортимента (популяризация селекционных достижений). Орел: ВНИИСПК, 2019. 28. <https://www.elibrary.ru/enmehf>

13. 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. 2022а. 1. 25-31. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/1/25-31>
14. Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А., Макаркина М.А. Создание российских адаптивных сортов яблони (*Malus × domestica* Borkh.) ВНИИСПК - смена задач и развитие методов селекции (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2022b. 57, 5. 897-910. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.5.897rus>
15. Седов Е.Н., Седышева Г.А., Серова З.М. Селекция яблони на полиплоидном уровне. Орел: ВНИИСПК, 2008. 368. <https://www.elibrary.ru/yflbbr>
16. Седышева Г.А., Соловьева М.В. Цитологическое, эмбриологическое изучение, исследования особенностей морфогенеза // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 203-218. <https://www.elibrary.ru/yhapnz>
17. Степанова Н.К., Яндовка Л.Ф., Шамров И.И., Вебер Г.С. Особенности микроспорогенеза у видов *Ribes* и *Grossularia* (*Grossulariaceae*) в условиях интродукции (г. Санкт-Петербург) // Ботанический журнал. 2024. 109, 12. 1252-1263. <https://www.elibrary.ru/nnvbya>
18. Тележинский Д.Д., Котов Л.А. Селекционная оценка потомства «Папировки тетраплоидной» в условиях Среднего Урала // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. 182, 4. 143-147. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-4-143-147>
19. Яндовка Л.Ф., Папихин Р.В. Микроспорогенез у сортов *Pyrus*, *Malus*, *Cerasus*, *Microcerasus* и их гибридов // Сельскохозяйственная биология. 2012. 47, 1. 52-59. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2012.1.52rus>
20. Dar J., Wani A.A., Dhar M.K. Morphological, biochemical and male-meiotic characterization of apple (*Malus × domestica* Borkh.) germplasm of Kashmir Valley // Chromosome Botany. 2015. 10. 39-49. <https://doi.org/10.3199/iscb.10>
21. Podwyszyńska M., Markiewicz M., Klamkowski K., Broniarek A., MarasekCiolałowska A. The genetic background of the phenotypic variability observed in apple autotetraploids // Acta Horticulturae. 2019. 1307. 177-186. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1307.28>
22. Podwyszyńska M., Markiewicz M., BroniarekNiemięc, A., Matysiak B., MarasekCiolałowska A. Apple autotetraploids with enhanced resistance to apple scab (*Venturia inaequalis*) due to genome duplication phenotypic and genetic evaluation // International Journal of Molecular Sciences. 2021. 22. 527. <https://doi.org/10.3390/ijms22020527>
23. Podwyszyńska M., Marasek Ciolałowska, A. ploidy, genome size, and cytogenetics of apple // The Apple Genome. Compendium of Plant Genomes. Cham: Springer, 2021. 47-71. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74682-7_4
24. Xue H., Zhang B., Tian J. R., Chen M. M., Zhang Y. Y., Zhang Z. H., Ma Y. Comparison of the morphology, growth and development of diploid and autotetraploid «Hanfu» apple trees // Scientia Horticulturae. 2017. 225. 277-285. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.059>

References

1. Vasilieva, M.N. & Matveyev, V.A. (2011). Microsporogenesis peculiarities of the diploid plum tree. *Fruit Growing*, 23, 121-128. <https://fruit.belal.by/jour/article/view/509>. (In Russian. English abstract).
2. Gorbacheva, N.G. (2018). Characterization of microsporogenesis in the tetraploid form which initial for apple tree selection. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*, 4, 25-27. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2018/4/25-27>. (In Russian. English abstract).
3. Zhuchenko, A.A. (2004). *Ecological Genetics of Cultivated Plants and Problems of Agricultural Sphere*. Agrorus, 1, 688. <https://www.elibrary.ru/qkwomp>. (In Russian).

4. Korneeva, S.A. Sedov, E.N., & Yanchuk, T.V. (2023). Apple trees varieties of VNIISPK selection in production. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*, 4, 50-54. (In Russian. English abstract). <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/4/50-54>
5. Lavrusevich, N.G., & Borodkina, A.G. (2024). Features of the reduction division of the *Malus domestica* tetraploid. *Contemporary Horticulture*, 1, 32-40. <https://www.elibrary.ru/duuhtv>. (In Russian. English abstract).
6. Lavrusevich, N.G., Borodkina, A.G., & Zubkova, M.A. (2024). Characteristics of microsporogenesis in the triploid apple tree and it's parental form in connection with usage in breeding at the polyploid level. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*, 2, 15-19. <https://doi.org/10.31857/S2500208224020047>. (In Russian. English abstract).
7. Mochalova, O.V. (2018). Peculiarities of microsporogenesis in hexaploid hybrids of steppe cherry (*Prunus fruticosa* Pall.). *Contemporary Horticulture*, 3, 47-55. <https://www.elibrary.ru/yqvinf>. (In Russian. English abstract).
8. Pausheva, Z.P. (1988). *Practicum on Plant Cytology*. Agropromizdat. (In Russian).
9. Pikunova, A.V., Sedov, E.N., Tokmakov, S.V. Suprun, I.I., Gorbacheva, N.G., Dolzhikova, M.A., Yanchuk, T.V., & Serova, Z.M. (2018). Microsatellite loci polymorphism of apple (*Malus domestica* Borkh.) genotypes with different ploidy level. *Genetika*. 54(4), 447-455. <https://doi.org/10.7868/S0016675818040069>. (In Russian. English abstract).
10. Sedov, E.N., Korneeva, S.A., & Yanchuk, T.V. (2021). The role of domestic breeding in improving the apple assortment in Russia. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*, 4, 17-19. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/4/17-19>. (In Russian. English abstract).
11. Sedov, E.N., Sedysheva, G.A., Makarkina, M.A., Levgerova, N.S., Serova, Z.M., Korneeva, S.A., Gorbacheva, N.G., Salina, E.S., Yanchuk, T.V., Pikunova, A.V., & Ozherelieva, Z.E. (2015). *The Innovations in Apple Genome Modification Opening New Prospects in Breeding*. VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/xxpbed>. (In Russian, English abstract).
12. Sedov, E.N., Serova, Z.M., Yanchuk, T.V., & Korneeva, S.A. (2019). *Triploid Apple Cultivars of VNIISPK Breeding for Assortment Improvement (popularization of breeding achievements)*. VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/enmehf>. (In Russian).
13. 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. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*, 1, 25-31. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/1/25-31>. (In Russian. English abstract).
14. Sedov, E.N., Yanchuk, T.V., Korneeva, S.A., & Makarkina, M. A. (2022). Russian adaptive apple (*Malus × domestica* Borkh.) varieties of VNIISPK – continuity of goals and developed technologies (review). *Agricultural Biology*, 57(5), 897-910. <https://doi.org/10.15389/agrobiolgy.2022.5.897eng>. (In Russian. English abstract.).
15. Sedov, E.N., Sedysheva, G.A., & Serova, Z.M. (2008). *Apple Breeding on Polyploidy Level*. VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/yflbbr>. (In Russian, English abstract).
16. Sedysheva, G.A., & Solov'eva, M.V. (1999). Cytological and embryological studies, morphogenesis features studies. In E.N. Sedov, & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and Methods of Variety Investigation of Fruit, Berry and Nut Crops* (pp. 203-218). VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/yhapnz>. (In Russian).
17. Stepanova, N.K., Yandovka, L.F., Shamrov, I.I., & Veber, G.S. (2024). Peculiarities of microsporogenesis in *Ribes* and *Grossularia* (*Grossulariaceae*) species under introduction conditions (St. Petersburg). *Botanicheskii Zhurnal*, 109(12), 1252-1263. <https://www.elibrary.ru/nnvbya>. (In Russian, English abstract).
18. Telezhinskij, D.D., & Kotov, L.A. (2021). Breeding-oriented evaluation of the progeny of cv. «Papirova tetraploidnaya» in the Middle Urals. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and*

- Breeding*, 182(4), 143-147. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-4-143-147>. (In Russian, English abstract).
19. Yandovka, L.F., & Papikhin, R.V. (2012). Microsporogenesis in the *Pyrus*, *Malus*, *Cerasus*, *Microcerasus* varieties and their hybrids. *Agricultural Biology*, 47(1), 52-59. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2012.1.52rus>. (In Russian, English abstract).
20. Dar, J., Wani, A.A., & Dhar, M.K. (2015). Morphological, biochemical and male-meiotic characterization of apple (*Malus × domestica* Borkh.) germplasm of Kashmir Valley. *Chromosome Botany*, 10, 39-49. <https://doi.org/10.3199/iscb.10>
21. Podwyszyńska, M., Markiewicz, M., Klamkowski, K., Broniarek, A., & Marasek Ciołakowska, A. (2019). The genetic background of the phenotypic variability observed in apple autotetraploids. *Acta Horticulturae*, 1307, 177-186. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1307.28>
22. Podwyszyńska, M., Markiewicz, M., Broniarek Niemiec, A., Matysiak, B., & Marasek Ciołakowska, A. (2021). Apple autotetraploids with enhanced resistance to apple scab (*Venturia inaequalis*) due to genome duplication phenotypic and genetic evaluation. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 527. <https://doi.org/10.3390/ijms22020527>
23. Podwyszyńska, M., & Marasek Ciołakowska, A. (2021). Ploidy, genome size, and cytogenetics of apple. In S.S Korban. (Ed.), *The Apple Genome. Compendium of Plant Genomes* (pp. 47-71). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74682-7_4
24. Xue, H., Zhang, B., Tian, J.R., Chen, M.M., Zhang, Y.Y., Zhang, Z.H., & Ma, Y. (2017). Comparison of the morphology, growth and development of diploid and autotetraploid «Hanfu» apple trees. *Scientia Horticulturae*, 225, 277-285. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.059>

Авторы:

Наталья Геннадьевна Лавруевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», lavrusevich@orel.vniispk.ru
ORCID: 0000-0001-8985-8967
SPIN: 3205-4188

Анастасия Геннадьевна Бородкина, аспирант, младший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», borodkina@orel.vniispk.ru
ORCID: 0000-0002-4693-0030
SPIN: 6335-4964

Authors:

Natalia G. Lavrusevich, Candidate in Agricultural Sciences, Senior Researcher in Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, lavrusevich@orel.vniispk.ru
ORCID: 0000-0001-8985-8967
SPIN: 3205-4188

Anastasiya G. Borodkina, PhD student, Junior Researcher in Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, borodkina@orel.vniispk.ru
ORCID: 0000-0002-4693-0030
SPIN: 6335-4964

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 631.52 634.739.2

Цитологическая и морфологическая изменчивость клюквы: адаптивные возможности и перспективы селекции

А.Б. Горбунов¹ , Е.В. Титов¹

¹ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН, 630090, г Новосибирск, ул. Золотодолинская, д. 101, botgard@csbg-nsk.ru

Аннотация

Актуальность исследований обусловлена отсутствием сведений по цитологической и морфологической изменчивости клюквы на обширной территории азиатской и европейской России, необходимостью определения перспективных направлений и подходов в селекции клюквы. Задачей исследований было изучение чисел хромосом, морфометрические признаки побегов, листьев, соцветий, цветков, плодов, и семян генотипов клюквы разного эколого-географического происхождения, установления перспективных источников хозяйственно ценных признаков. Числа хромосом образцов определяли прямым подсчетом в стадии метафазы на давленных препаратах корневой меристемы и апексов побегов. Измерение морфологических признаков проводили в 20-кратной повторности методом прямого морфометрического анализа с использованием механических средств. Цитологические исследования подтвердили сведения о том, что *Vaccinium macrocarpon* и *Vaccinium microcarpum* являются преимущественно диплоидными видами $2n = 24$. У последнего вида обнаружили тетраплоидный образец $2n = 48$. *Vaccinium oxycoccus* представлена двумя группами хромосомных рас: тетраплоидами ($2n = 48$) и смесью разнотетраплоидных рас: диплоиды – $2n = 24$, полиплоиды – три-, $2n = 36$, пента- $2n = 60$, гекса- $2n = 72$, окта- $2n = 96$, и нонаплоидами – $2n = 108$, а также анеуплоидами – $2n = 54, 56, 66$ и др., и миксоплоидами. Морфологические исследования также подтвердили наличие в подроде *Oxycoccus* трёх видов клюквы. Наибольшая изменчивость морфологических признаков отмечена у *Vaccinium oxycoccus*. Выявлены общие и специфические морфологические и экологические признаки трёх видов клюквы. Для селекции в Сибири по комплексу признаков перспективны *V. oxycoccus* и *V. macrocarpon*.

Ключевые слова: *Vaccinium*, хромосомные расы, диплоид, тетраплоид, полиплоид, гибриды

Cytological and morphological variability of cranberries: adaptive capabilities and prospects for breeding

A.B. Gorbunov¹ , E.V. Titov¹

¹Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 101 Zolotodolinskaya St., Novosibirsk, 630090, botgard@csbg-nsk.ru

Abstract

The relevance of this study stems from the lack of data on the cytological and morphological variability of cranberries across a vast area of Asia and Russia, as well as the need to identify progressive research and approaches to cranberry breeding. This research included examining chromosomes, morphometric traits of shoots, leaves, inflorescences, flowers, fruits, and seeds, cranberry genotypes of different ecological and geographical origins, and research into promising economic sources. Chromosome numbers were measured by counting at the metaphase stage on

crushed preparations of root meristems and shoot apices. Morphological traits were measured 20-fold using direct morphometric analysis with repeated mechanical means. Cytological studies confirmed that *Vaccinium macrocarpon* and *Vaccinium microcarpum* are exclusively diploid ($2n = 24$). A tetraploid ($2n = 48$) sample was found in the latter species. *Vaccinium oxycoccus* contains two additional chromosome races: tetraploids ($2n = 48$) and a mixture of heterochromosomal races: diids - $2n = 24$, polyploids - tri-, $2n = 36$, penta- $2n = 60$, hexa- $2n = 72$, octa- $2n = 96$, and nonaploids – $2n = 108$, as well as aneuploids. – $2n = 54, 56, 66$, etc., and mixoploids. Morphological studies also confirmed the presence of three cranberry species in the subgenus *Oxycoccus*. The greatest variability of morphological characters was noted in *Vaccinium oxycoccus*. Common and characteristic morphological and ecological characters of the three cranberry species were revealed. *V. oxycoccus* and *V. macrocarpon* are promising for breeding in Siberia based on a complex of characters.

Key words: *Vaccinium*, chromosomal races, diploid, tetraploid, polyploid, hybrids

Введение

Клюква относится к семейству – Ericaceae Juss., роду – *Vaccinium* L., подроду *Oxycoccus* (Hill) A.Gray, который включает: *Vaccinium microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Schmalh. – клюква мелкоплодная, *Vaccinium oxycoccus* L. – клюква болотная, *Vaccinium macrocarpon* Aiton – клюква крупноплодная (Cherpinoga et al., 2024).

В России в естественных условиях произрастают первые два. Клюква крупноплодная, естественно встречается только в Северной Америке и на плантациях как в РФ, так и во многих других странах, в т.ч. и соседних – Беларуси, Латвии, Литве и др. Клюква болотная представлена тремя хромосомными расами: $2n = 24, 48, 72$. Н. Ahokas (1971) гексаплоидную расу клюквы болотной ($2n = 72$) выделяет в самостоятельный вид *Vaccinium hagerupii* (A. Löve et D. Löve, Ahokas) – клюква Хагерупа. Два других вида являются диплоидами: $2n = 24$. Данные по числам хромосом приводятся общей ссылкой на Chromosome Counts Database version 1.66 (Rice et al., 2015).

В Северной Америке Vander Kloet (1983, 1988) рассматривал диплоид *V. microcarpum* (рисунок 1), тетраплоид *V. oxycoccus* и гексаплоид принадлежащими к одному виду, потому что при изучении гербария он наблюдал непрерывную изменчивость их морфологических признаков, но *V. macrocarpon* рассматривался этим автором как самостоятельный вид.



а – цветение; б – плодоношение
Рисунок 1 – Клюква мелкоплодная

По данным О. Ravanko (1990), на юго-западе Финляндии растения клюквы морфологически могли быть определены как *V. microcarpum*, *V. oxycoccos*, *V. hagerupii*, а также как промежуточные образцы *Vaccinium* subg. *Oxycoccus* рассматривался им как полиплоидный комплекс, содержащий диплоиды, тетраплоиды и гексаплоиды. Все *V. microcarpum* в Финляндии имели голые цветоножки, и они проявляли тенденцию быть отличимыми от полиплоидов признаками листа, хотя полиплоиды иногда имели более мелкие листья. Некоторые полиплоиды, имели иногда голые, опушённые или частично опушённые цветоножки. Эти растения насчитывали около 48 хромосом, и они вероятно представляли тетраплоиды *V. microcarpum*.

Морфологические признаки клюквы рассмотрены в ряде флористических работ (Česonienė, et al., 2013, Ленковец, 2018, Bobis et. al., 2020). Клюква мелкоплодная имеет стелющиеся побеги длиной 12...25 см, прямостоячие 2...5 см, толщина побегов 0,5...1,0 мм (Горбунов, 2013), листья продолговато-яйцевидные, на верхушке сильно заострённые, длиной 3,0...7,5 мм, шириной 2...3 мм, с сильно завернутыми краями; черешки длиной 0,5...1,0 мм. В кисти 1...3 цветка, цветоножки в основном голые, 12...30 мм длиной (в среднем 20 мм); прицветнички расположены ниже середины цветоножки; чашелистики розовые, по краям красные, длиной 0,5...1,0 мм; лепестки красновато-розовые, длиной 3...5 мм, шириной 1,0...1,5 мм, столбик длиной 4...5 мм, темно-красный, выдвинут из тычинок более, чем на половину их длины. Ягода тёмно-пурпуровая, массой 0,2...0,3 г. По данным А.Ф. Черкасова и соавторов (1981) ягоды у клюквы мелкоплодной массой 0,2...0,4 г.

Клюква болотная (рисунок 2), по мнению W.H. Camp (1944), является аллотетраплоидом, который произошёл в результате гибридизации клюквы мелкоплодной с клюквой крупноплодной в плейстоценовом периоде, когда под давлением ледников первый вид сместился на юг Северной Америки и контактировал со вторым, представляет собой смесь тетраплоидных гибридов и их производных. По данным О. Suda, M.A. Lysák (2001), клюква болотная представлена смесью хромосомных рас, в основном тетра- ($2n = 48$), гекса- ($2n = 72$) и пентаплоидами ($2n = 60$), встречаются также генотипы с $2n = 24, 36, 52, 56$ и 112 (Gorbunov, 1992, 1993; Gorbunov, Luzyanina, 2000). Клюква болотная произрастает в ценозах, моховой покров которых представлен главным образом *Sphagnum magellanicum* и *S. angustifolium*. В обширном ареале клюквы болотной широко распространена гексаплоидная раса.



а – цветение; б – плодоношение
Рисунок 2 – Клюква болотная

В отечественной литературе наиболее основательно вопросы морфологии клюквы болотной рассмотрены в работе И.М. Беляева «Клюква обыкновенная *Oxycoccus palustris* Pers.» (1938). По данным автора, многолетние побеги клюквы достигают разной длины в зависимости от экологических условий. На бедных верховых сфагновых болотах они обычно не превышают 20...30 см; на более богатых переходных болотах побеги достигают 80 см, а в особо благоприятных условиях – даже до 1 м. По данным А.Ф. Черкасова (2001), стелющиеся побеги клюквы болотной имеют длину 70...80 см, прямостоячие – до 10...12 см. Старые побеги несут сравнительно небольшое число листьев, в среднем на 5 см длины от 2 до 10 шт. На молодых ветвях листья сближены сильнее. Толщина побегов 1...2 мм (Горбунов, 2013). Средняя толщина стеблей у клюквы болотной около 1 мм, цвет светло-коричневый. С 2...3-летнего возраста побегов у них начинает отслаиваться кора, которая в виде продольных лент сохраняется на побеге в течение нескольких лет (Черкасов, 2001).

Форма листьев не отличается большой изменчивостью. Наибольшее распространение имеют типы с яйцевидной и продолговато-яйцевидной пластинкой. Характерным признаком для клюквы болотной является заострённость листа, в отличие от клюквы крупноплодной, имеющей листья с тупой верхушкой. Края листьев цельные, завернуты вниз, срединная жилка вдавлена. Окраска верхней стороны листа тёмно-зелёная, с блеском, нижней – серо-зелёная матовая с восковым налётом. Чем более старые листья, тем сильнее завернуты их края. Размер листовой пластинки достигает в длину 16 мм и в ширину до 8 мм. Наибольшей длине листа не всегда соответствует наибольшая его ширина. Нередко можно встретить длинные и узкие листья наряду с более короткими и широкими. В.Г. Донских с соавторами (2016) отмечает, что длина листа у клюквы болотной в Московской области составляет 6,8...14,4 мм, число семян в ягоде 4,18...6,20 шт., масса ягоды 0,16...1,07 г.

У клюквы болотной венчик ярко-розовый, розовый, бледно-розовый или белый. Лепестки ланцетной формы, длина их 6...8 мм, ширина 2...3 мм; срединная жилка тёмно-розовая, основание лепестка более тёмное. Цветоножки опушены, 15...50 мм длиной (в среднем 25 мм). Завязь 4-х, редко 5-гнёздная; ягода тоже 4-х, реже 5-гнёздная. У клюквы болотной бывают 3-х, 5-ти и 6-гнёздные ягоды (Черкасов и др., 1981). Ягоды шаровидные или приплюснутые, продолговато-яйцевидные, грушевидные, веретеновидные (Горбунов, 2013), окраска плода бывает розовой, светло-красной, тёмно-красной, вишнёво-красной.

Клюква крупноплодная (рисунок 3) характеризуется более мощным развитием вегетативной сферы.



а – цветение; б – плодоношение
Рисунок 3 – Клюква крупноплодная

Стелющиеся побеги 20...215 см, прямостоячие 1...20 см, толщина стебля 1,0...4,2 мм). Средняя толщина стеблей около 2 мм. Листья продолговатые с тупой верхушкой, с небольшой выемкой. Цветки находятся на тонких, красноватых, короткоопушённых или на голых интенсивно окрашенных цветоножках, длиной 1,5...4,5 см. На цветоножках расположено по 2 прицветничка (Черкасов, 1981, 2001). Прицветнички листовидные, в верхней части цветоножки всегда изогнуты, поэтому цветки принимают пониклое положение. Венчик 4-раздельный с загнутыми назад лепестками. Окраска лепестков бледно-розовая. В бутонах лепестки окрашены интенсивнее, чем у раскрывшихся цветков. Завязь 4-гнездная. В завязи формируется до 30...40 семязпочек. Столбик прямой, нитевидный, длиной 5...8 мм, на конце расширен в виде раструба, с блюдцеобразным рыльцем, светло-зелёный, возвышается над тычинками на 1,0...1,5 мм.

Тычинки у всех видов клюквы длиной 4...6 мм имеют приплюснутые опушённые тычиночные нити пурпурно-фиолетового цвета. С внутренней стороны к ним прикреплены пыльники, 2 гнезда которых переходят вверх в 2 свободные трубки, открывающиеся на вершине раструбовидным отверстием. Пыльниковые трубки почти такой же длины, как и сами пыльники, идут параллельно, образуя прямую линию или дугу. Наружные стенки пыльников покрыты сосочковидными утолщениями. Пыльцевые мешки светло-коричневые, пыльниковые трубки желтоватые. Тычинки (8, реже 4...7 и 9...11 шт.) располагаются вокруг столбика, образуя внутри полость и прикрывая нектарник. Щели между тычиночными нитями плотно закрываются волосками, что помогает сохранить нектар от дождя и ненужных посетителей. Доступ к нектару остается свободным лишь со стороны рыльца и пыльниковых трубок. Пыльники содержат пыльцевые зёрна в виде тетрад белого цвета. Размер тетрад клюквы болотной 32...56 мкм, а мелкоплодной 28...49 мкм. Микроспоры нелопастные, имеют по 3 резко оконтуренные борозды, которые у соседних в тетраде микроспор расположены одна против другой, длина борозды составляет менее 1/3 диаметра микроспоры. Поверхность оболочки микроспор гладкая, около борозд незначительно утолщена.

Цветки клюквы собраны в открытое моноподиальное соцветие в виде короткой кисти. Они находятся на цветоножках, которые выходят из пазух прицветничков, расположенных на главной оси соцветия, длина последней у клюквы болотной около 1 см, у мелкоплодной 0,2 и у крупноплодной 2 см. Конус нарастания оси соцветия у клюквы первых двух видов обычно рано прекращает свою деятельность, а у крупноплодной развивается в побег, превращая соцветие в интеркалярную кисть. Подобное явление иногда наблюдается и у клюквы болотной. В зависимости от условий развития в кисти формируется от 1 до 10 цветков у клюквы болотной, до 3 у мелкоплодной и до 15 у крупноплодной. По данным Н.Ю. Егоровой, Т.Л. Егошиной (2016) в естественных популяциях среднетаёжной подзоны Кировской области у клюквы болотной число цветков в кисти варьирует от 1 до 7 шт. В Канаде у культивируемой клюквы крупноплодной 5...7 цветков (Brown, McNeil, 2006).

По нашим данным, у клюквы мелкоплодной бывают 4-камерные ягоды, их масса 0,2...0,4 г, у клюквы болотной бывают 3-х, 5-ти и 6-камерные ягоды, их масса 0,2...1,5 г, а у клюквы крупноплодной ягоды имеют 4...5 семенных камеры, их масса 0,6...2,8 г. У клюквы болотной ягоды часто покрыты восковым налётом, который иногда бывает лишь в верхней части, в области чашечки. Изредка восковой налёт отсутствует. Оболочка ягоды покрыта кутикулой, толщина которой у клюквы болотной составляет 5...9 мкм и у крупноплодной 9,9...13,7 мкм. Эпидерма плода состоит из слоя мелких клеток без определённого порядка, который является переходным к ткани мякоти плода. Эпидерма содержит антоциан. Мякоть плода сочная, кислая, светло-красная; незрелые ягоды имеют беловатую окраску, по мере созревания краснеют, начиная со стороны, обращённой к солнцу. К моменту наступления полной зрелости ягоды приобретают окраску, свойственную данному виду или форме, также

как у сортов клюквы крупноплодной (Курлович, 2014). В ягодах формируются нормально развитые и щуплые (образуются из неоплодотворённых семязпочек) семена. Число нормальных семян у клюквы болотной до 20 шт. (в среднем 6...8), мелкоплодной до 31 шт. (в среднем 8...10), крупноплодной около 10 шт. Средний размер одного семени и масса 1000 семян клюквы болотной 2,2 × 1,0 мм и 600...800 мг, мелкоплодной 1,7 × 0,7 мм и 170...240 мг; у крупноплодной семена немного шире, чем у клюквы болотной, средняя масса 1000 семян – 1,1 г. Кожура семян прочная, состоит из 2...3 толстостенных клеток бурой окраски; клетки эндосперма с тонкими стенками и содержат, кроме белка, многочисленные капли масла. Зародыш линейный, расчленённый.

Наиболее перспективным направлением селекции клюквы является отдалённая гибридизация в различных межсортовых, межвидовых и межродовых комбинациях скрещиваний. В качестве примера можно привести межродовые гибриды, полученные в Латвии А. Ripa, В. Audriņa: в 1996 году был выведен сорт 'Salaspils Agrās', в 1996 году – сорт 'Dīžbrūklene', а в 2006 году 'Tina' – полученные от скрещивания *Vaccinium vitis-idaea* L. с сортом крупноплодной клюквы 'Franklin' (Ripa, Audriņa, 2009).

Для создания межвидовых и межродовых гибридов клюквы необходимо выравнивание числа хромосом. Работа по получению полиплоидных сортов клюквы с использованием колхицина началась ещё в 1940-х гг. (Chandler et al., 1947a, Chandler et al., 1947b; Lehmushovi et al., 1993), однако, полиплоидных сортов клюквы крупноплодной до сих пор не зарегистрировано.

В США в большинстве современных посадок клюквы крупноплодной используется сорт 'Stevens' – гибрид двух природных сортов, выведенный в 1950 г., но получивший широкое распространение только в 1980-х гг. 'Stevens' и другие гибриды, такие как 'Pilgrim', дают высокую урожайность по сравнению с сортами, полученными на основе природных отборных форм, но всё ещё имеют потенциал для улучшения. Генетическое улучшение идёт в трёх направлениях: традиционная диплоидная селекция для улучшения качества плодов и урожайности (Hancock et al., 2008; Diaz-Garcia et al., 2019); устойчивости к гербицидам; полиплоидия для потенциального повышения урожайности за счёт лучшего завязывания и увеличения размера плодов (Edger et al., 2022).

В работе Zeldin и McCown (2002) завязывание плодов у полиплоидов варьировало в пределах от 0...94% при перекрёстном опылении. Завязывание семян варьировало от 0 до 12 семян на ягоду. Некоторые полиплоидные растения имели плоды размером вдвое больше, чем обычно наблюдаемые у диплоидных растений в теплице – 3,3 г против 1,6 г. Плоды от самоопыления имели меньший размер и меньшее количество завязавшихся семян, чем плоды при перекрёстном опылении. Всхожесть семян была в пределах от 0 до 90%.

Исследование полиплоидии у клюквы указывает на возможность выведения новых гибридных сортов, отличающихся высоким процентом завязывания плодов и увеличенными размерами ягод (McCown, Zeldin, 2005). Оценка эффективности опыления полиплоидов клюквы диплоидами и анализ опыления играют ключевую роль в планировании расширения производства на промышленных плантациях (Zeldin, McCown, 2003; Yocca, et al., 2023).

По данным О.В. Морозова с соавторами (2009) тетраплоидный набор хромосом *V. macrocarpon* приводит к резкому снижению фертильности женского гаметофита в 2 раза по сравнению с диплоидным видовым аналогом, низкой всхожести семян в 11 раз (3% у тетраплоидной, 34% у диплоидной клюквы), несмотря на хорошо выполненные семена с увеличением их весовых показателей в 1,6% раза и морфометрических показателей в 1,4% раза. У 69,2% семян полиплоидной клюквы крупноплодной зародыш и эндосперм

характеризуется более крупными размерами по сравнению с диплоидной клюквой, а у одной трети семян эндосперм и зародыш отсутствует.

Растения полученные из семян клюквы с удвоенным набором хромосом показали хороший рост и развитие: увеличенный размер листовой пластинки и утолщённые побеги. Из этих особей возможно будет отобрать экземпляры с более высокой фертильностью женского гаметофита.

По мнению О.В. Морозова и соавторов (2009) шансы для получения высокофертильной полиплоидной *V. macrocarpon* незначительны. Необходимо более тщательно подходить к вопросу подбора родительских пар и многократно увеличить объём скрещиваний, более чем в 20 раз по сравнению с аналогичным подбором пар диплоидной клюквы.

Задачей наших исследований было изучение изменчивости цитологических и морфологических признаков клюквы разного эколого-географического происхождения, оценка адаптивного потенциала и перспектив использования в селекции.

Материал и методы

Исследования выполнены 1983...2023 гг. Обследовались болота Западной Сибири – Иксинское и Бакчарское болота в Бокчарском р-не Томской обл., болото Закролятник в Колыванском р-не Новосибирской обл.; Карелии – болото Сегежское в Олонецком р-не, болото Лебяжье, Заповедное, Шомбошуа в Кемском р-не, болото Круглое в Беломорском р-не; Ленинградской области – болото Нестерково, Слудицы, Оредеж; Эстонии – болото Нигула и Килинги-Нымме; Латвии – болото Калнциемс; Литвы – болото Чяпкяляй. Кроме того, изучались образцы клюквы, полученные по делектусам. Для цитологических исследований было изучено 420 образцов *V. oxycoccus*, 28 образцов *V. microcarpum* и 8 образцов *V. macrocarpon* (таблица 1s)

При проведении цитологических исследований подсчёт хромосом проводили по разработанной нами методике (Горбунов и др., 1993; Красников, 2016). Для подсчёта хромосом фиксировали по 5...10 корешков проростков семян или апексов молодых побегов исследуемых образцов клюквы. Проростки обрабатывали в течении 2 часов 0,05% раствором колхицина, далее в течении 2 часов 0,03% раствором 8-оксихинолина. Затем проростки промывали дистиллированной водой и фиксировали 18 часов в уксуснокислом спирте (3 : 1). Далее проростки промывали и фиксировали в 70% этаноле. Для приготовления препаратов проростки промывали в дистиллированной воде, сушили фильтровальной бумагой и обрабатывали 4% раствором железосамонийных квасцов в течении 10...15 минут. Далее проростки доводили до кипения в растворе гематоксилина, подсушивали и переносили на предметное стекло в смесь 2 : 1 (80% хлоралгидрата и 45% уксусной кислоты). Лезвием обрезали кончики корешков и раздавливали их в капле хлоралгидрата между покровным и предметным стеклами. Для приготовления препаратов из молодых листочков использовали верхушку побегов длиной 0,5...1,0 см. Фиксировали также, как и корешки. Для мацерации использовали 10% раствор пектины в течении 8 часов или раствор 1Н соляной кислоты в течении 20 минут. В остальном методика была аналогична, как и в случае корешков. Подсчёт хромосом проводили с помощью: микроскопа МБИ-3 при увеличении 90 × 1,30 для фотографирования применялся фотоаппарат «Зенит», а также «Carl Zeiss» Axiolab при увеличении 100 × 10 и автоматическая фотонасадка MS 80dx.

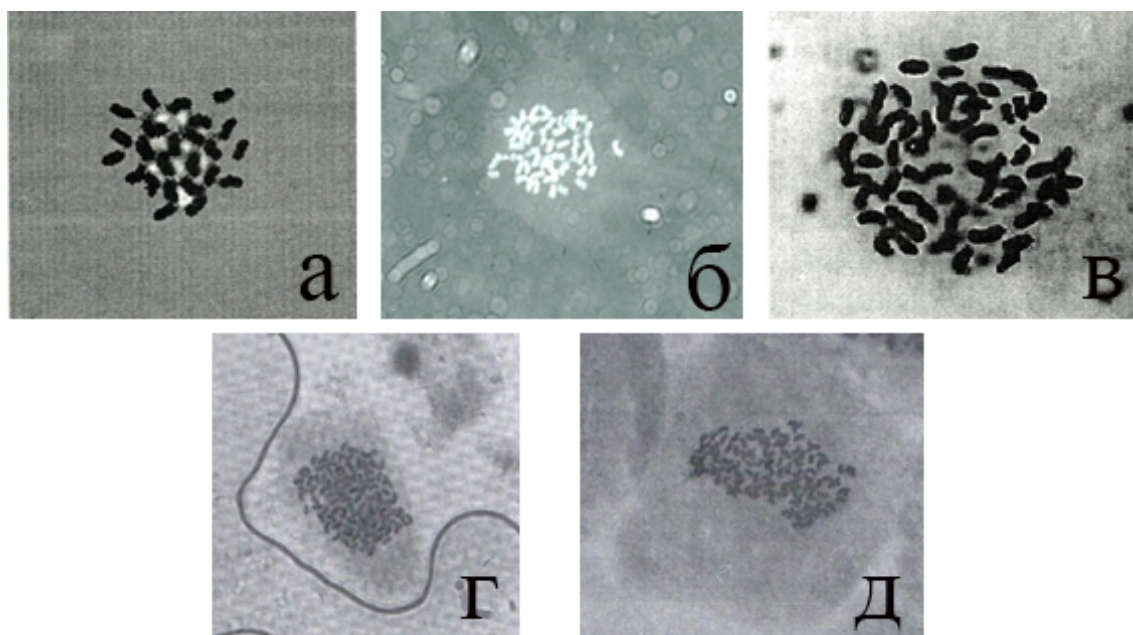
Для морфометрической характеристики образцов в природных популяциях изучали: число, длину стелющихся и прямостоячих побегов текущего года; число, длину и ширину листьев на каждом типе побегов; длину междоузлий; длину и ширину бутонов; число цветков в соцветии и диаметр цветков; массу, диаметр плодов и длину плодов от плодоножки к

чашечке; число семенных камер, семяпочек и семян в ягоде; длину и ширину семени, а также массу 20 семян. Рассчитывали индексы: отношение длины бутона к его ширине; отношение длины цветка к его ширине; отношение длины семени к его ширине. Измерение морфологических признаков проводили в 20-кратной повторности методом прямого морфометрического анализа с использованием механических средств: линейка с точностью до 1 мм (ГОСТ 17435-72), аналитические весы ВЛА-200г-М и электронные весы «Adventure QHAUS RV153». Статистическую обработку результатов исследований проводили по общепринятым методикам (Доспехов, 1985) и при помощи пакета Microsoft Excel 2014.

Результаты и обсуждение

При проведении исследований цитологической изменчивости *V. oxycoccos* на территории 15 регионов бывшего СССР, США и Германии выявлены комплексы рас (рисунок 4, приложение 1s) разного уровня пloidности – три- ($2n = 36$), тетра- ($2n = 48$), пента- ($2n = 60$), гексаплоиды ($2n = 72$), а также анеуплоиды ($2n = 54, 56, 64$) и миксоплоиды, что свидетельствует о гибридном происхождении этого вида. Гексаплоидная раса распространена наиболее широко и по морфологическим признакам более перспективна для интродукции и селекции. Формы этого вида имеют крупные ягоды с высоким содержанием биологически активных веществ.

Этот вид будет включён в селекционную программу для получения внутривидовых (межсортовых) гибридов, кандидатов в сибирские сорта. На Центрально-европейской лесной опытной станции таким способом получен сорт 'Вогулка', скрещиванием сорта 'Фомич' с сортом 'Дар Костромы'. А сорт 'Фомич' получен скрещиванием отборных форм *V. oxycoccos* из Эстонии и Карелии.



А – *V. microcarpum*, $2n = 2x = 24$ Томская обл., Иксинское верховое болото, грядово-мочажинный комплекс, гряда, 1983 г.; Б – *V. oxycoccos*, $2n = 4x = 48$, Кострома, Центрально-европейская лесная опытная станция, отборная форма № 14, 1987 г.; В – *V. oxycoccos*, $2n = 6x = 72$ Новосибирская обл., окрестности д. Юрковка, болото Закролятник, (V.o. Ю. № 1); Г – *V. oxycoccos*, $2n = 8x = 96$, Карелия, болото Лебяжье, 1984 г.; Д – *V. oxycoccos*, $2n = 9x = 108$, Карелия, болото Лебяжье, 1984 г.

Рисунок 4 – Метафазные пластинки

В Сибири таким способом можно получать перспективные сорта клюквы болотной скрещиванием дикорастущих отборных форм (особенно из Васюганья) между собой и с интродуцированными сортами и формами, особенно селекции Костромской станции.

В результате цитологических исследований нами установлено, что виды и образцы с меньшим числом хромосом (*V. microcarpum* и тетраплоидная *V. oxycoccus*) занимают более повышенные и более сухие элементы нанорельефа (вершины гряд, бугров, кочек), а с большим числом хромосом – более увлажнённые склоны повышений и мочажины. У клюквы анеуплоиды и миксоплоиды чаще встречались на северной, в Карелия, и южной, на Украине, границах ареала вида (таблица 1s).

В результате исследования морфологических признаков трёх видов клюквы (таблица 1) нами установлено, что стелющихся и прямостоячих побегов формируется больше на растениях разнотипных рас клюквы болотной. Стелющиеся побеги длиннее также у разнотипных рас клюквы болотной, а прямостоячие побеги длиннее у тетраплоидной клюквы болотной. Число листьев на стелющихся побегах больше на растениях клюквы крупноплодной, а число листьев на прямостоячих побегах больше у тетраплоидной клюквы болотной. Наибольшая длина и ширина листьев, а также длина междоузлий стелющихся и прямостоячих побегов были у растений разнотипных рас клюквы болотной. Наибольшей длиной плодов характеризовались ягоды тетраплоидной клюквы болотной. Диаметр и вытянутость ягоды (отношение длины плода к его ширине) и масса 1 ягоды были больше у растений разнотипных рас клюквы болотной. Число семенных камер плодов всех видов клюквы чаще всего составляло 4. Однако некоторые образцы тетраплоидной клюквы болотной из Карелии, Ленинградской области и Латвии (северная граница ареала клюквы) имели в ягоде от 3 до 6 камер. Образцы из Житомирской области Украины (южная граница ареала клюквы) имели в плодах 3...4 камеры. Наибольшая изменчивость по числу семенных камер в плодах отмечена у растений разнотипных рас клюквы болотной – 3...6, особенно на южной границе ареала клюквы – Житомирская область (3...6) и Гомельская область (4...6). Семязачек и семян в ягоде больше формировалось у растений разнотипных рас клюквы болотной. Семена длиннее и шире также у этой группы растений. У них больше и масса семени.

По нашим данным, в соцветии клюквы болотной в зависимости от экологических условий формировалось обычно 1...3 цветка, редко 4...7, у клюквы мелкоплодной обычно 1, реже 2...3 цветка. По размеру бутонов и цветков разнотипные расы клюквы болотной близки к значениям клюквы крупноплодной и превышают значения клюквы мелкоплодной. Прослеживается закономерность, что размеры ягоды и отношение длины ягоды к её ширине у разнотипной клюквы на границах ареала приблизительно одинаковые: на северной границе ареала, в Карелии, длина ягоды $9,85 \pm 2,75$ мм и диаметр ягоды $9,64 \pm 2,53$ мм, отношение длины ягоды к её ширине $1,03 \pm 0,21$, а на южной границе ареала, на Украине, длина ягоды $9,86 \pm 2,71$ мм, диаметр ягоды $9,64 \pm 2,53$ мм, отношение длины ягоды к её ширине $1,03 \pm 0,21$. Примерно, такая же тенденция прослеживается и у клюквы мелкоплодной: на северной границе ареала, в Карелии, длина ягоды $7,56 \pm 1,22$ мм, диаметр ягоды $9,72 \pm 2,49$ мм, отношение длины ягоды к её ширине $1,03 \pm 0,21$, а на южной границе ареала, на Украине, длина ягоды $9,87 \pm 2,68$ мм, диаметр ягоды $9,70 \pm 2,49$ мм, отношение длины ягоды к её ширине $0,91 \pm 0,09$. Масса 1 ягоды больше у разнотипной расы клюквы болотной.

В природных популяциях существует большое генетическое и фенотипическое разнообразие клюквы (Česonienė et. al., 2013).

Таблица 1 – Морфологические признаки клюквы

Признак	<i>V. macrocarpon</i> Aiton (2n=24)	<i>V. microcarpum</i> (Turcz ex Rupr.) Schmalt (2n=24)	<i>V. oxycoccus</i> L. (2n=48)	<i>V. oxycoccus</i> L. (разнохромосом- ные расы – полиплоиды, в т. ч. <i>V. hagerupii</i> Ahokas, анеуплоиды, миксоплоиды)
Число стелющихся побегов на растении, шт	от 1,00±0,00 до 3,00±0,00	от 1,00±0,00 до 2,33±0,58	от 1,20±0,56 до 1,22±0,44	от 1,00±0,00 до 2,50±1,00
Число прямостоячих побегов на растении, шт	от 3,00±1,22 до 3,67±1,63	от 1,61±0,86 до 3,46±1,75	от 2,16±1,26 до 2,73±2,40	от 1,00±0,63 до 5,00±1,00
Длина стелющихся побегов текущего года, см	от 5,15±2,20 до 54,69±1,97	от 8,62±2,80 до 11,13±4,19	от 1,57±0,82 до 20,57±14,92	от 2,71±1,30 до 25,58±19,03
Длина прямостоячих побегов текущего года, см	от 5,00±2,35 до 15,66±10,09	от 1,94±1,11 до 3,08±1,39	от 2,76±1,86 до 14,46±5,09	от 2,09±1,01 до 10,40±0,00
Число листьев на стелющемся побеге, шт	от 18,33±4,62 до 32,50±4,51	от 9,00±0,00 до 19,00±4,62	от 4,45±2,14 до 21,03±8,74	от 13,00±4,24 до 29,50±2,12
Число листьев на прямостоящем побеге, шт	от 15,30±5,93 до 20,00±2,83	от 5,80±2,38 до 9,43±4,17	от 5,85±2,28 до 21,03±8,74	от 7,33±2,52 до 11,10±3,34
Длина листьев стелющихся побегов, мм	от 7,38±1,51 до 8,41±1,95	от 2,84±0,75 до 4,04±1,15	от 4,45±2,42 до 19,56±9,75	от 6,23±1,35 до 9,91±1,69
Длина листьев прямостоячих побегов, мм	от 6,88±1,65 до 7,03±1,51	от 2,48±0,71 до 3,24±0,91	от 4,76±1,54 до 6,28±0,99	от 5,43±1,55 до 9,74±2,25
Ширина листьев стелющихся побегов, мм	от 2,56±0,31 до 2,91±0,90	от 1,11±0,30 до 1,33±0,43	от 2,66±0,64 до 6,78±2,21	от 2,44±0,98 до 8,63±1,35
Ширина листьев прямостоячих побегов, мм	от 2,20±0,57 до 2,39±0,53	от 0,91±0,30 до 1,11±0,42	от 2,11±0,76 до 2,67±0,75	от 2,17±0,57 до 4,57±1,76
Длина междоузлий стелющихся побегов, мм	от 3,47±1,72 до 5,83±3,24	от 3,20±1,06 до 4,10±2,12	от 2,90±0,61 до 5,74±2,88	от 3,03±1,66 до 7,79±3,77
Длина междоузлий прямостоячих побегов, мм	от 2,16±1,19 до 4,71±1,93	от 2,18±1,03 до 2,78±1,47	от 2,77±1,57 до 5,46±3,16	от 2,17±0,57 до 7,43±3,25
Длина бутона, мм	-	5,75±0,46	-	от 5,19±0,37 до 6,68±0,62
Число цветков в соцветии, шт	2...5	1...3	2...6	1...7
Ширина бутона, мм	-	2,19±0,26	-	от 2,38±0,23 до 6,17±0,78
Отношение длины бутона к его ширине	-	-	-	2,17±0,00
Длина цветка, мм	6...10	4,0...5,0		от 9,73±1,09 до 10,08±1,00
Ширина цветка, мм	2,5...3,0	2,0...3,0		6,15±1,26
Отношение длины цветка к его ширине	-	-	-	от 1,57±0,31 до 1,65±0,42
Длина плодов, от плодоножки к чашечке, мм	от 9,81±2,66 до 9,84±2,69	от 7,56±1,22 до 9,87±2,69	от 9,78±1,06 до 10,75±8,74	от 9,25±1,11 до 9,86±2,71
Диаметр плодов, мм	от 9,65±2,47 до 13,80±0,89	от 7,00±0,00 до 9,86±2,69	от 9,68±2,50 до 9,88±2,70	от 9,27±2,52 до 10,30±0,21
Отношение длины плода к его диаметру	от 0,90±0,08 до 1,19±0,09	от 0,91±0,09 до 1,14±0,00	от 0,93±0,15 до 1,11±0,16	от 0,72±0,04 до 1,56±0,13
Масса 1 ягоды, г	от 0,80±0,19 до 1,30±0,43	от 0,14±0,05 до 0,26±0,21	от 0,40±0,00 до 1,00±0,00	от 0,42±0,00 до 1,44±0,00
Число семенных камер, шт	от 4,00±0,00 до 4,05±0,39	от 4,00±0,00 до 4,00±0,00	от 4,00±0,00 до 4,58±0,79	от 4,00±0,00 до 4,40±0,50
Число семян в ягоде, шт	от 17,40±5,68 до 30,70±5,59	от 7,00±0,82 до 26,00±0,00	от 6,21±3,04 до 18,03±10,63	от 6,45±4,37 до 27,00±9,24
Число семян в ягоде, шт	от 7,51±4,22 до 25,08±8,57	от 3,00±0,00 до 8,80±4,88	от 4,78±3,63 до 14,00±2,58	от 4,50±2,48 до 19,86±3,48
Длина семени, мм	от 2,02±0,13 до 2,53±0,20	от 1,42±0,26 до 1,76±0,21	от 1,69±0,11 до 2,39±0,19	от 1,06±0,10 до 2,85±0,21
Ширина семени, мм	от 1,07±0,10 до 1,58±0,15	от 0,64±0,10 до 1,56±0,18	от 0,81±0,05 до 1,16±0,25	от 1,02±0,07 до 1,39±0,15
Отношение длины семени к его ширине	от 1,54±0,13 до 1,84±0,17	от 1,97±0,22 до 2,37±0,20	от 1,04±0,14 до 2,33±0,22	от 1,77±0,20 до 2,88±0,25
Масса 20 семян, мг	от 17,96±0,48 до 39,74±3,42	от 3,90±0,24 до 13,10±0,00	от 10,96±0,63 до 24,98±1,35	от 11,25±0,58 до 36,00±0,00

Выдающиеся по хозяйственным признакам отборные формы могут быть использованы для селекции новых генотипов с комплексом ценных признаков и различными адаптивными возможностями для конкретных регионов, различающихся по эколого-географическим условиям. Для ускоренной селекции таких генотипов необходимо использовать как классические, так и современные методы биотехнологии и молекулярной биологии. Однако, разработка методов по генетическому редактированию клюквы пока ещё находится на относительно низком уровне. Большее значение в современной селекции клюквы оказали методы биотехнологии. Небольшой размер растения и относительно короткий цикл размножения (примерно 3 года «от семени до семени», а с методами биотехнологии всего 1 год) потенциально позволяет использовать клюкву как удобный модельный объект для изучения биологических особенностей плодовых культур умеренного климата в условиях *in vitro* (Serres et al., 1994).

По нашему мнению, в Сибири с коротким вегетационным периодом, недостаточным количеством тепла летом и суровой зимой, целесообразно создавать отдалённые гибриды в первую очередь аборигенной клюквы болотной *V. oxycoccos* с североамериканской клюквой крупноплодной *V. macrocarpon*, а также с брусникой обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и другими видами брусничных. По сравнению с клюквой крупноплодной, клюква болотная более зимостойкая, имеет плотные и вкусные ягоды, вегетационный период её короче. Но клюква крупноплодная более урожайна, формирует мощные растения, с крупными ягодами, которые расположены на прямостоячих побегах, а не лежат на поверхности субстрата.

Перспективны также и внутривидовые (межсортовые) скрещивания (Горбунов, 2013). В гибридных комбинациях между аборигенными отборными формами и сортами *V. oxycoccos*, а также в межсортовых комбинациях с участием *V. macrocarpon* и её гибридов мы ожидаем получить генотипы устойчивые к болезням, вредителям, абиотическим стрессам (адаптация к почвам с высоким pH, засуха, заморозки, морозостойкость), сочетающие хозяйственно ценные характеристики плодов (окраска, размер, содержание БАВ и др.), и более раннего и дружного созревания плодов. Это особенно важно в северных регионах в условиях меняющегося климата.

На текущий момент нами проведена межсортовая гибридизация между перспективными для Сибири интродуцентами *V. macrocarpon* в комбинациях скрещиваний – ‘Bergman’ × ‘Pilgrim’ и ‘Ben Lear’ × ‘Bergman’, ‘Ben Lear’ × ‘Pilgrim’, ‘Pilgrim’ × ‘Bergman’, ‘Pilgrim’ × ‘Ben Lear’ и разработана системы *in vitro* микроразмножения этих гибридов (Эрст и др., 2023).

Семена, полученные от генетически разнородных и гетерозиготных видов, селекционных образцов и инбредных скрещиваний, часто слабые и демонстрируют плохую всхожесть. Частично фертильные скрещивания, дающие мало семян в плоде, часто терпят неудачу из-за недоразвития плодов. По этим и другим причинам *in vitro* является инструментом для спасения эмбрионов полезных для селекционера, что ускоряет цикл размножения и массовое получение новых межвидовых и межродовых гибридов брусничных. Проращивание семян в культуре *in vitro* в первую очередь позволяет преодолевать негативное влияние различных факторов на всхожесть семян и жизнеспособность проростков на начальных этапах развития, сохранять и быстро размножать уникальный генетический материал.

В наших исследованиях всхожесть семян гибридов в культуре *in vitro* составила от 35,29 до 80,00%. В качестве фиторегулятора эффективным оказался 2-изопентиладенин в концентрации до 10 мкМ при pH питательной среды в диапазоне 4,5...7,5. В условиях адаптации *ex vitro* в сфагновом мхе жизнеспособность растений составила 86,0...93,0%. Таким образом применение методов *in vitro* является эффективным подходом и может

применяться в программах получения межсортовых гибридов *V. macrocarpon* (Эрст и др., 2023).

В дальнейшем необходимо сосредоточить внимание на применении молекулярно-генетического анализа для предварительной селекции и подтверждения стабильности регенерантов, а также разработать модели *in vitro* оценки устойчивости генотипов к неблагоприятным факторам. Методы биотехнологии позволят нивелировать вторичные факторы, изучать влияние стрессов на различные физиологические процессы, селектировать перспективные клоны в контролируемых условиях, что даст возможность ускоренно создавать растения с новыми свойствами: устойчивыми к насекомым-вредителям и болезням, переносящие неблагоприятные почвенно-климатические условия, такие как засуха, засоленность и низкая кислотность почвы.

Заключение

Анализ цитологических и морфометрических данных подтвердил дифференциацию подрода *Oxycoccus* на три вида *V. oxycoccus*, *V. microcarpum* и *V. macrocarpon*. На территории России в естественных условиях произрастают только *V. oxycoccus* и *V. microcarpum*.

Выявлен комплекс цитологических рас *V. oxycoccus* разного уровня пloidности ($2n = 36, 48, 60, 72$), а также анеуплоиды ($2n = 54, 56, 64$) и миксоплоиды, что свидетельствует о гибридном происхождении этого вида. Тетраплоидная раса ($2n = 48$) занимает более сухие вершины гряд, бугров и кочек. Другие расы, анеуплоиды и миксоплоиды занимают более увлажнённые склоны повышений нанорельефа и мочажины.

Гексаплоидная раса ($2n = 72$) *V. oxycoccus* распространена наиболее широко на территории России и по морфологическим признакам плодов и содержанию биологически активных веществ более перспективна для использования в программе селекции сибирских сортов.

Большинство проанализированных образцы *V. microcarpum* характеризовались диплоидным ($2n = 24$) набором хромосом, за исключением нескольких тетраплоидных образцов ($2n = 48$), которые были обнаружены в Томской, Новосибирской областях и в Ханты-Мансийском Автономном Округе. Аналогичные генотипы были обнаружены Н. Ahokas (1996) в Финляндии. Эти тетраплоидные генотипы произрастают на грядово-мочажинных комплексах с крупными мочажинами. В то время как диплоидные генотипы распространены как в комплексах с крупными, так и мелкими мочажинами. На данный момент *V. microcarpum* не представляет интереса в селекции в Сибири.

Все проанализированные образцы *V. macrocarpon* характеризовались диплоидным ($2n = 24$) набором хромосом. В России в естественных условиях этот североамериканский вид не произрастает. В селекции клюквы в Сибири современные сорта *V. macrocarpon* представляют интерес как источники крупноплодности и высокой урожайности.

Установлено, что *V. microcarpum* по сравнению с *V. oxycoccus* и *V. macrocarpon* характеризуется меньшими размерами вегетативных и генеративных признаков, заострёнными верхушками листьев, неопущёнными цветоножками. Длина листа у *V. microcarpum* по сравнению с *V. oxycoccus* и *V. macrocarpon* меньше в 1,8...2,8 раза, ширина – в 2,4...5,0 раз, число цветков в соцветии – в 1,5...2,0 раза, число семян – в 1,5...2,8 раза, масса 20 семян – в 1,9...4,6 раза, масса 1 ягоды – в 3...6 раз. *V. macrocarpon* характеризуется тупыми верхушками листа, наличием листовидных прицветничков, большими размерами всех морфологических признаков: число и длина стелющихся побегов больше в 1,5...4,0 раза, длина листьев стелющихся и прямостоячих побегов – в 1,5...2,0 раза, ширина листа – в 1,1...2,0 раза, число цветков – в 2 раза, число и масса

семян – в 2,5...3,0 раза, масса 1 ягоды – в 1,5...6,0 раз. *V. oxycoccos* отличается заострёнными верхушками листьев и характеризуются средними размерами вегетативных и генеративных признаков: длина прямостоячих побегов больше в 3 раза, длина стелющихся побегов – в 3,6 раза, ширина листьев – в 2,3 раза, число семян – в 1,6 раза, масса семян – в 2,3 раза, масса 1 ягоды – в 3,3 раза чем у *V. microcarpum*. Но меньше, чем у *V. macrocarpon*: длина прямостоячих побегов меньше в 1,4 раза, длина стелющихся побегов – в 3 раза, ширина листьев – в 1,1 раза, число семян – в 1,7 раза, масса семян – в 1,6 раза, масса 1 ягоды – в 1,7 раза соответственно.

Применение методов *in vitro* является эффективным инструментом для спасения гибридных эмбрионов, ускоренного и массового размножения уникального селекционного материала, предварительной селекции и моделирования устойчивости генотипов к неблагоприятным факторам.

Наиболее перспективным направлением селекции клюквы в условиях Сибири является внутривидовая (межсортная) гибридизация аборигенной *V. oxycoccos*, а также межвидовая этого вида с североамериканской *V. macrocarpon* и другими видами брусничных.

Благодарности

При подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекция живых растений в открытом и закрытом грунте» УНУ № USU 440534.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания ЦСБС СО РАН по проекту АААА-А21-121011290027-6 «Теоретические и прикладные аспекты изучения генофондов природных популяций растений и сохранения растительного разнообразия вне типичной среды обитания (*ex situ*)».

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Беляев И.М. Клюква обыкновенная – *Oxycoccus palustris* Pers. // Записки Ленинградского плодовоовощного института (ЛПОИ). 1938. 3. 125-181.
2. Горбунов А.Б., Василюк Л.Н., Богуславская Л.С. Методика приготовления препаратов клюквы, пригодных для подсчёта числа хромосом // Цитология. 1993. 35, 1. 105-109.
3. Горбунов А.Б., Симагин В.С., Фотев Ю.В., Боярских И.Г., Снакина Т.И., Локтева А.В., Асбаганов С.В., Белоусова В.П. Клюква. // Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири. Новосибирск: Гео, 2013. 86-108. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25387362>
4. Донских В.Г., Аниськина Т.С., Наконечная Д.В., Симахин М.В., Крючкова В.А. Изменчивость дикорастущей клюквы болотной (*Vaccinium oxycoccos* L.) в условиях Московской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. 9. 76-80. <https://www.elibrary.ru/qmifli>
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351.
6. Егорова Н.Ю., Егошина Т.Л. Характеристика компонентов продуктивности клюквы болотной в болотных сообществах средней тайги // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. 18, 2-2. 360-363. <https://www.elibrary.ru/urzrgz>

7. Красников А.А. Центр коллективного пользования микроскопического анализа биологических объектов ЦСБС СО РАН: справочное пособие. Новосибирск: «Гео», 2016. 47.
8. Курлович, Т.В. Продуктивность и морфологические особенности плодов сортовой клюквы крупноплодной // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2014. 3-3. 58-62. <https://www.elibrary.ru/tcrnrv>
9. Ленковец Т.И. Морфологические особенности цветков разных сортов клюквы крупноплодной, интродуцированных в Беларуси. // Плодоводство. 2018. 30. 197-201. <https://www.elibrary.ru/npwzvs>
10. Морозов О.В. Влияние полиплоидизации на фертильность женского гаметофита клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* pursh.) // Проблемы лесоведения и лесоводства: сборник научных трудов. Гомель: Институт леса НАН Беларуси. 2009. 69. 582-594 <https://elib.belstu.by/handle/123456789/47500>
11. Черкасов А.Ф. Клюква на садовых участках. Издательско-полиграфическое предприятие «Кострома», 2001, 72.
12. Черкасов А.Ф., Буткус В.Ф., Горбунов А.Б. Клюква. М.: Лесная промышленность. 1981. 214. <https://djvu.online/file/G69f2Oxl4eUPY?ysclid=memi764ucg338572109>
13. Эрст А.А., Горбунов А.Б., Титов Е.В. Особенности размножения гибридов клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus*) в культуре *in vitro* // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. 53, 10. 23–30. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-10-3>
14. Ahokas H. Cytology of hexaploidy cranberry with special reference to chromosomal fibres // Hereditas, 1971. 68. 123-136. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1971.tb02391.x>
15. Ahokas H. Is the poliploid cranberry (*Vaccinium* sp.) in Finland tetraploid or hexaploid? // Nordic Journal of Botany. 1996. 16, 2. 185-189. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1996.tb00956.x>
16. Bobis O., Nayik G.A., Wagay J.A., Farooq U., Zehra A., Nanda V. Cranberry. // Antioxidants in Fruits: Properties and Health Benefits. / In: Nayik G.A., Gull A. (eds). Springer. Singapore. 2020. 479-505. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7285-2_25
17. Brown A.O., McNeil J.N. Fruit production in cranberry (Ericaceae: *Vaccinium macrocarpon*): a bet-hedging strategy to optimize reproductive effort // American Journal of Botany. 2006. 93, 6. 910-916. <https://doi.org/10.3732/ajb.93.6.910>
18. Camp W.H. A preliminary consideration of biosystematy of *Oxycoccus* // Bulletin of the Torrey Botanical Club. 1944. 71, 4. 426-437. <https://doi.org/10.2307/2481315>
19. Česonienė L., Daubaras R., Paulauskas A., Žukauskienė J., Zych M. Morphological and genetic diversity of European cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L., Ericaceae) clones in Lithuanian reserves // Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 2013. 82, 3. 211-217. <https://doi.org/10.5586/asbp.2013.026>
20. Chandler F.B., Wilcox R.B., Bergman H.F., Dermen H. Cranberry Breeding Investigation of the U.S.D.A. Cranberries // The National Cranberry Magazine. 1947a. 12, 1. 6-9.
21. Chandler F.B., Wilcox R.B., Bergman H.F., Dermen H. Cranberry Breeding Investigation of the U.S.D.A. Cranberries. // The National Cranberry Magazine. 1947b. 12. 2. 6-10.
22. Chepinoga V.V., Barkalov V.Yu., Ebel A.L., Knyazev M.S., Baikov K.S., Bobrov A.A., Chkalov A.V., Doronkin V.M., Efimov P.G., Friesen N.V., German D.A., Gontcharov A.A., Grabovskaya-Borodina A.E., Gureyeva I.I., Ivanenko Y.A., Kechaykin A.A., Korobkov A.A., Korolyuk E.A., Kosachev P.A., Kupriyanov A.N., Luferov A.N., Melnikov D.G., Mikhailova M.A., Nikiforova O.D., Orlova L.V., Ovchinnikova S.V., Pinzhennina E.A., Poliakova T.A., Shekhovstsova I.N., Troshkina V.I., Tupitsyna N.N., Vasjukov V.M., Vlasova N.V., Verkhozina A.V., Anenkhonov O.A., Efremov A.N., Glazunov V.A., Khoreva M.G., Kiseleva T.I., Krestov P.V., Kryukova M.V.,

- Kuzmin I.V., Lashchinskiy N.N., Pospelov I.N., Pospelova E.B., Zolotareva N.V., Sennikov A.N. Checklist of vascular plants of Asian Russia // *Botanica Pacifica*. 2024. 13. 3-310. <https://doi.org/10.17581/bp.2024.13S01>
23. Diaz-Garcia L., Rodriguez-Bonilla L., Phillips M., Lopez-Hernandez A., Grygleski E., Atucha A. Comprehensive analysis of the internal structure and firmness in American cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) fruit. *PLoS ONE*. 2019. 14, 9. e0222451. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222451>
24. Edger P.P., Iorizzo M., Bassil N.V., Benevenuto J., Ferrão L.F., Giongo L., Hummer K., Lawas L.M., Leisner C.P., Li C., Munoz P.R., Ashrafi H., Atucha A., Babiker E.M., Canales E., Chagné D., DeVetter L., Ehlenfeldt M., Espley R.V., Gallardo K., Günther C.S., Hardigan M., Hulse-Kemp A.M., Jacobs McK., Lila M.A., Luby C., Main D., Mengist M.F., Owens G.L., Perkins-Veazie P., Polashock J., Pottorff M., Rowland L.J., Sims C.A., Song G-q, Spencer J., Vorsa N., Yocca A.E., Zalapa J. There and back again; historical perspective and future directions for *Vaccinium* breeding and research studies // *Horticulture Research*. 2022. 9. uhac083. <https://doi.org/10.1093/hr/uhac083>
25. Gorbunov A.B., Luzyanina O. Chromosome numbers of *Vacciniaceae* species in CSBG // Problems of rational utilization and reproduction of berry plants in boreal forests on the eve of the XXI century. 2000. 146-150.
26. Gorbunov A.B. Introduction and breeding of *Vacciniaceae* in Siberia // *Acta Horticulturae*. 1993. 346. 103-106. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.346.13>
27. Gorbunov A.B. Introduction and Breeding of *Vaccinium* and *Oxycoccus* Species in Siberia // *Journal of Small Fruit & Viticulture*. 1992. 1, 2. 55-66. https://doi.org/10.1300/J065v01n02_07
28. Hancock J., Lyrene P., Finn C., Vorsa N., Lobos G. Blueberries and cranberries // *Temperate fruit crop breeding* / J.F. Hancock Ed. Dordrecht: Springer, 2008. 115-150. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6907-9_4
29. Lehmushovi A., Hokkanen H., Hiirsalmi H. Cranberry breeding in Finland // *Acta Horticulturae*. 1993. 346. 322-326 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.346.44>
30. McCown B.H., Zeldin E.L. *Ericaceae. Vaccinium* spp. *Cranberry* // *Biotechnology of fruit and nut crops* / R.E. Litz (Ed.). Wallingford: CAB International, 2005. 247-263. <https://doi.org/10.1079/9780851996622.0247>
31. Ravanko O. The taxonomic value of morphological and cytological characteristics in *Oxycoccus* (subgenus of *Vaccinium*, *Ericaceae*) species in Finland // *Annales Botanici Fennici*. 1990. 27, 3. 235-239. <http://www.jstor.org/stable/23725362>.
32. Rice A., Glick L., Abadi S., Einhorn M., Kopelman N., Salman-Minkov A., Mayzel J., Chay O., Mayrose I. The Chromosome Counts Database (CCDB) – a community resource of plant chromosome numbers // *New Phytologist*. 2015. 206, 1. 19-26. <https://doi.org/10.1111/nph.13191>
33. Ripa A., Audriņa B. Rabbiteye blueberry, American cranberry and lingonberry breeding in Latvia // *Latvian Journal of Agronomy – Agronomija Vestis*. 2009. 12. 93-98. <https://lufb.llu.lv/conference/agrvestis/content/n12/Latvia-Agronomijas-Vestis-12-2009-93-98.pdf>
34. Serres R.A., McCown B.H., Zeldin E.L., Stang E.J., McCabe, D.M. Applications of biotechnology to cranberry: a model for fruit crop improvement. // *Acta Horticulturae*. 1994. 345. 149-156. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.345.20>
35. Suda J., Lysák M.A. A taxonomic study of the *Vaccinium* sect. *Oxycoccus* (Hill) W.D.J. Koch (*Ericaceae*) in Czech Republic and adjacent territories // *Folia Geobotanica*. 2001. 36. 303-320. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02803183>

36. Vander Kloet S.P. The taxonomy of *Vaccinium* & *Oxycoccus* // *Rhodora*. 1983. 85, 841. 1-43. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16659007>
37. Vander Kloet S.P. The Genus *Vaccinium* in North America // *Agriculture Canada*. 1988. 1828. 201.
38. Yocca A.E., Platts A., Alger E., Teresi S., Mengist M.F., Benevenuto J., Ferrão L.F.V., Jacobs McK., Babinski M., Magallanes-Lundback M., Bayer P., Golicz A., Humann J.L., Main D., Espley R.V., Chagné D., Albert N.W., Montanari S., Vorsa N., Polashock J., Díaz-García L., Zalapa J., Bassil N.V., Munoz P.R., Iorizzo M., Edger P.P. Blueberry and cranberry pangenomes as a resource for future genetic studies and breeding efforts // *Horticulture Research*. 2023. 10, 11. uhad202. <https://doi.org/10.1093/hr/uhad202>
39. Zeldin E.L., McCown B.H. Application of Polyploidy to Cranberry Breeding and Biotechnology // *Acta Horticulturae*. 2003. 626. 133-139. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.626.18>
40. Zeldin E.L., McCown B.H. Towards the development of a highly fertile polyploid cranberry // *Acta Horticulturae*. 2002. 574. 175–180. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.574.26>

References

1. Belyaev, I.M. (1983). Common cranberry – *Oxycoccus palustris* Pers. *Notes of the Leningrad Fruit and Vegetable Institute (LPOI)*, 3, 125-181. (In Russian).
2. Gorbunov, A.B., Vasilyuk, L.N., & Boguslavskaya, L.S. (1993). Methodology for preparing cranberry preparations suitable for chromosome counting. *Tsitologiya*. 35(1), 105-109. (In Russian).
3. Gorbunov, A.B., Simagin, V.S., Fotev, Yu.V., Boyarskikh, I.G., Snakina, T.I., Lokteva, A.V., Asbaganov, S.V., Belousova, V.P. (2013). Cranberry. In *Introduction of Non-Traditional Fruit, Berry and Vegetable Plants in Western Siberia* (pp. 86-108). Geo. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25387362> (In Russian).
4. Donskikh, V.G., Aniskina, T.S., Nakonechnaya, D.V., Simakhin, M.V., & Kryuchkova, V.A. (2023). Variability of wild swamp cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L.) under conditions of the Moscow region. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 9, 76-80. <https://www.elibrary.ru/qmifli> (In Russian, English abstract).
5. Dospekhov, B.A. (1985). *Field Experiment Methodology*. Agropromizdat. (In Russian).
6. Egorova, N.Yu., & Egoshina, T.L. (2016). Characteristic of productivity components of european cranberry in swamp communities of middle taiga. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 18(2-2), 360-363. <https://www.elibrary.ru/urzrgz> (In Russian, English abstract).
7. Krasnikov, A.A. (2016). *Center for Collective Use of Microscopic Analysis of Biological Objects. Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences: a reference manual*. Geo. (In Russian).
8. Kurlovich, T.V. (2014). Productivity and morphological traits of commercial large cranberry fruits. *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod*, 3-3, 58-62. <https://www.elibrary.ru/tcrnrv> (In Russian, English abstract).
9. Lenkovets, T.I. (2018). Morphological features of *Oxycoccus macrocarpus* flowers of various varieties introduced in Belarus. *Fruit Growing*, 30, 197-201. <https://www.elibrary.ru/npwzvs> (In Russian, English abstract).
10. Morozov, O.V. (2009). Effect of polyploidization on the fertility of the female gametophyte of large-fruited cranberry (*Oxycoccus macrocarpus* pursh.). In *Problems of Forest Science and Silviculture: Collection of scientific papers* (pp. 582-594). Institute of Forest of the NAS of Belarus. <https://elib.belstu.by/handle/123456789/47500> (In Russian).
11. Cherkasov, A.F. (2001). *Cranberries in Garden Plots*. Kostroma. (In Russian).

12. Cherkasov, A.F., Butkus, V.F., & Gorbunov, A.B. (1981). Cranberries. Lesnaya Promyshlennost. <https://djvu.online/file/G69f2Oxl4eUPY?ysclid=memi764ucg338572109> (In Russian).
13. Erst, A.A., Gorbunov, A.B., & Titov, E.V. (2023). Features of large cranberry (*Oxycoccus macrocarpus*) hybrids propagation in *in vitro* culture. *Siberian Herald of Agricultural Science*, 53(10), 23-30. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-10-3> (In Russian, English abstract).
14. Ahokas, H. (1971). Cytology of hexaploidy cranberry with special reference to chromosomal fibres. *Hereditas*, 68, 123-136. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1971.tb02391.x>
15. Ahokas, H. (1996). Is the poliploid cranberry (*Vaccinium* sp.) in Finland tetraploid or hexaploid? *Nordic Journal of Botany*, 16(2), 185-189. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1996.tb00956.x>
16. Bobis, O., Nayik, G.A., Wagay, J.A., Farooq, U., Zehra, A., & Nanda, V. (2020). Cranberry. In Nayik G.A., Gull A. (Eds). *Antioxidants in Fruits: Properties and Health Benefits* (pp. 479-505). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7285-2_25
17. Brown, A.O., McNeil, J.N. (2006). Fruit production in cranberry (Ericaceae: *Vaccinium macrocarpon*): a bet-hedging strategy to optimize reproductive effort. *American Journal of Botany*, 93(6), 910-916. <https://doi.org/10.3732/ajb.93.6.910>
18. Camp, W.H. (1944). A preliminary consideration of biosystematy of *Oxycoccus*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 71(4), 426-437. <https://doi.org/10.2307/2481315>
19. Česonienė, L., Daubaras, R., Paulauskas, A., Žukauskienė, J., & Zych, M. (2013). Morphological and genetic diversity of European cranberry (*Vaccinium oxycoccos* L., Ericaceae) clones in Lithuanian reserves. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 82(3), 211-217. <https://doi.org/10.5586/asbp.2013.026>
20. Chandler, F.B., Wilcox, R.B., Bergman, H.F., & Dermen, H. (1947a). Cranberry Breeding Investigation of the U.S.D.A. Cranberries. *The National Cranberry Magazine*, 12(1), 6-9.
21. Chandler, F.B., Wilcox, R.B., Bergman, H.F., & Dermen, H. (1947b). Cranberry Breeding Investigation of the U.S.D.A. Cranberries. *The National Cranberry Magazine*, 12(2), 6-10.
22. Chepinoga, V.V., Barkalov, V.Yu., Ebel, A.L., Knyazev, M.S., Baikov, K.S., Bobrov, A.A., Chkalov, A.V., Doronkin, V.M., Efimov, P.G., Friesen, N.V., German, D.A., Gontcharov, A.A., Grabovskaya-Borodina, A.E., Gureyeva, I.I., Ivanenko, Y.A., Kechaykin, A.A., Korobkov, A.A., Korolyuk, E.A., Kosachev, P.A., Kupriyanov, A.N., Luferov, A.N., Melnikov, D.G., Mikhailova, M.A., Nikiforova, O.D., Orlova, L.V., Ovchinnikova, S.V., Pinzhenina, E.A., Poliakova, T.A., Shekhovstsova, I.N., Troshkina, V.I., Tupitsyna, N.N., Vasjukov, V.M., Vlasova, N.V., Verkhozina, A.V., Anenkhonov, O.A., Efremov, A.N., Glazunov, V.A., Khoreva, M.G., Kiseleva, T.I., Krestov, P.V., Kryukova, M.V., Kuzmin, I.V., Lashchinskiy, N.N., Pospelov, I.N., Pospelova, E.B., Zolotareva, N.V., & Sennikov, A.N. (2024). Checklist of vascular plants of Asian Russia. *Botanica Pacifica*, 13, 3-310. <https://doi.org/10.17581/bp.2024.13S01>
23. Diaz-Garcia, L., Rodriguez-Bonilla, L., Phillips, M., Lopez-Hernandez, A., Grygleski, E., & Atucha, A. (2019). Comprehensive analysis of the internal structure and firmness in American cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) fruit. *PLoS ONE*, 14(9), e0222451. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222451>
24. Edger, P.P., Iorizzo, M., Bassil, N.V., Benevenuto, J., Ferrão, L.F., Giongo, L., Hummer, K., Lawas, L.M., Leisner, C.P., Li, C., Munoz, P.R., Ashrafi, H., Atucha, A., Babiker, E.M., Canales, E., Chagné, D., DeVetter, L., Ehlenfeldt, M., Espley, R.V., Gallardo, K., Günther, C.S., Hardigan, M., Hulse-Kemp, A.M., Jacobs, McK., Lila, M.A., Luby, C., Main, D., Mengist, M.F., Owens, G.L., Perkins-Veazie, P., Polashock, J., Pottorff, M., Rowland, L.J., Sims, C.A., Song, G-q, Spencer, J., Vorsa, N., Yocca, A.E., & Zalapa, J. (2022). There and back again; historical perspective and future directions for *Vaccinium* breeding and research studies. *Horticulture Research*, 9. uhac083. <https://doi.org/10.1093/hr/uhac083>

25. Gorbunov, A.B., & Luzyanina, O. (2000). Chromosome numbers of *Vacciniaceae* species in CSBG collection. In *Problems of rational utilization and reproduction of berry plants in boreal forests on the eve of the XXI century: conference proceedings* (pp. 146-150). Forest Institute, NAS, Belarus. (In Russian).
26. Gorbunov, A.B. (1993). Introduction and breeding of *Vacciniaceae* in Siberia. *Acta Horticulturae*, 346, 103-106. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213800038>
27. Gorbunov, A.B. (1992). Introduction and Breeding of *Vaccinium* and *Oxycoccus* Species in Siberia. *Journal of Small Fruit & Viticulture*, 1(2), 55-66. https://doi.org/10.1300/J065v01n02_07
28. Hancock, J., Lyrene, P., Finn, C., Vorsa, N., & Lobos, G. (2008). Blueberries and cranberries. In J.F. Hancock (Ed.), *Temperate Fruit Crop Breeding* (pp. 115-150). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6907-9_4
29. Lehmushovi, A., Hokkanen, H., & Hiirsalmi, H. (1993). Cranberry breeding in Finland. *Acta Horticulturae*, 346, 322-326 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.346.44>
30. McCown, B.H., & Zeldin, E.L. (2005). *Vaccinium* spp. Cranberry. In R.E., Litz (Ed.) *Biotechnology of Fruit and Nut Crops* (pp. 247-263). CAB International. <https://doi.org/10.1079/9780851996622.0247>
31. Ravanko, O. (1990). The taxonomic value of morphological and cytological characteristics in *Oxycoccus* (subgenus of *Vaccinium*, Ericaceae) species in Finland. *Annales Botanici Fennici*, 27(3). 235-239. <http://www.jstor.org/stable/23725362>.
32. Rice, A., Glick, L., Abadi, S., Einhorn, M., Kopelman, N., Salman-Minkov, A., Mayzel, J., Chay, O., & Mayrose, I. (2015). The Chromosome Counts Database (CCDB) – a community resource of plant chromosome numbers. *New Phytologist*, 206(1), 19-26. <https://doi.org/10.1111/nph.13191>
33. Ripa, A., & Audriņa, B. (2009). Rabiteye blueberry, American cranberry and lingonberry breeding in Latvia. *Latvian Journal of Agronomy – Agronomija Vestis*. 12 (1), 93-98. <https://lufb.ltu.lv/conference/agrvestis/content/n12/Latvia-Agronomijas-Vestis-12-2009-93-98.pdf>
34. Serres, R.A., McCown, B.H., Zeldin, E.L., Stang, E.J., & McCabe, D.M. (1994). Applications of biotechnology to cranberry: a model for fruit crop improvement. *Acta Horticulturae*, 345, 149-156. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.345.20>
35. Suda, J., & Lysák, M.A. (2001). A taxonomic study of the *Vaccinium* sect. *Oxycoccus* (Hill) W.D.J. Koch (Ericaceae) in Czech Republic and adjacent territories. *Folia Geobotanica*, 36, 303-320. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02803183>
36. Vander Kloet, S.P. (1983). The taxonomy of *Vaccinium* & *Oxycoccus*. *Rhodora*, 85(841), 1-43. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16659007>
37. Vander Kloet, S.P. (1988). The Genus *Vaccinium* in North America. *Agriculture Canada*, 1828, 201.
38. Yocca, A.E., Platts, A., Alger, E., Teresi, S., Mengist, M.F., Benevenuto, J., Ferrão, L.F.V., Jacobs, McK., Babinski, M., Magallanes-Lundback, M., Bayer, P., Golicz, A., Humann, J.L., Main, D., Espley, R.V., Chagné, D., Albert, N.W., Montanari, S., Vorsa, N., Polashock, J., Díaz-García, L., Zalapa, J., Bassil, N.V., Munoz, P.R., Iorizzo, M., & Edger, P.P. (2023). Blueberry and cranberry pangenomes as a resource for future genetic studies and breeding efforts. *Horticulture Research*, 10(11), uhad202. <https://doi.org/10.1093/hr/uhad202>
39. Zeldin, E.L., & McCown, B.H. (2003). Application of Polyploidy to Cranberry Breeding and Biotechnology. *Acta Horticulturae*, 626, 133-139. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.626.18>
40. Zeldin, E.L., & McCown, B.H. (2002). Towards the development of a highly fertile polyploid cranberry. *Acta Horticulturae*, 574, 175-180. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.574.26>

Авторы:

Алексей Борисович Горбунов, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории интродукции пищевых растений, ФГБНУ «Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН», alex_gorbunov22@mail.ru
ORCID: 0000-0001-8102-0529
SPIN: 9026-1530

Евгений Викторович Титов, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории интродукции пищевых растений, ФГБНУ «Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН», titov812009@yandex.ru
ORCID: 0009-0002-3878-8203
SPIN: 1179-3859

Authors:

Alexey B. Gorbunov, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Introduction of Food Plants of Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, alex_gorbunov22@mail.ru
ORCID: 0000-0001-8102-0529
SPIN: 9026-1530

Evgeny V. Titov, Postgraduate Student, Junior Researcher at the Laboratory of Introduction of Food Plants of Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, titov812009@yandex.ru
ORCID: 0009-0002-3878-8203
SPIN: 1179-3859

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 634.57.75

Усовершенствование биотехнологических приёмов для получения исходного селекционного материала видов *Fragaria*

А.Ю. Мельяновская¹ 

¹Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530, д. Жилина, Орловский мо, Орловская обл., Россия, info@vniispk.ru

Аннотация

Оптимизация биотехнологических приёмов позволит получить адаптированный исходный селекционный материал для дальнейшего использования в селекции и решения проблемы нескрещиваемости при межвидовой гибридизации. Цель исследования отработать и оптимизировать биотехнологические приёмы и методы для получения исходного селекционного материала видов *Fragaria*. Исследовательская работа проводилась во ВНИИСПК на базе лаборатории биотехнологии, согласно общепринятым методикам. Исходным материалом для клонального микроразмножения служили розетки земляники с вегетирующих растений и семена. Объектами исследований являлись виды *Fragaria vesca* L. и *Fragaria viridis* Duch. Среди стерилизаторов сулема показала наилучшие результаты, одинаково эффективна для *Fragaria viridis* и *Fragaria vesca*. Оптимальным сроком введения оказался осенний период. Концентрация 6-БАП 1,0 мг/л способствовала повышению пролиферативной активности. Среда Мурасиге-Скуга, обеспечивала продолжительное культивирование. Всхожесть семян земляники существенно не менялась при стратификации не более 4-х недель.

Ключевые слова: *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, эксплант, клональное микроразмножение, питательные среды, сроки введения

Improvement of biotechnological techniques for obtaining the initial breeding material of *Fragaria* species

A.Yu. Melyanovskaya¹ 

¹Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), Zhilina, Orel district, Orel region, Russia, 302530, info@vniispk.ru

Abstract

Optimization of biotechnological techniques will make it possible to obtain adapted source breeding material for further use in breeding and to solve the problem of non-crossing during interspecific hybridization. The purpose of the study is to develop and optimize biotechnological techniques and methods for obtaining the initial breeding material of *Fragaria* species. The research work was carried out at VNIISPK on the basis of the biotechnology laboratory, according to generally accepted methods. Strawberry rosettes from vegetative plants and seeds served as the starting material for clonal micropropagation. The objects of research were the species *Fragaria vesca* L. and *Fragaria viridis* Duch. Sulema has shown the best results among sterilizers, it is equally effective for *Fragaria viridis* and *Fragaria vesca*. The optimal period of administration was the autumn period. The concentration of 6-BAP 1.0 mg/l contributed to an increase in proliferative activity. The Murashige-Skuga environment provided long-term cultivation. Germination of strawberry seeds did not change significantly during stratification for no more than 4 weeks.

Key words: *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, explant, clonal micropropagation, nutrient media, timing of introduction

Введение

В большинстве зон отечественного ягодоводства лимитирующим фактором выращивания культуры земляники остаётся её зимостойкость (Марченко, 2020). Основным методом повышения зимостойкости земляники является вовлечение в скрещивания зимостойких сортов или диплоидных видов. Перспективным представляется объединение ценных генов разных видов земляники путём отдалённой гибридизации. Однако, отдалённая гибридизация большинства видов рода *Fragaria* затруднена из-за негомологичности геномов и различного числа хромосом. Получение полиплоидов у диплоидных или тетраплоидных видов земляники повышает эффективность при скрещивании с *Fragaria ananassa* (Белевцова, 2012). Размножение растений *in vitro* имеет большой потенциал для повышения эффективности удвоения хромосом, поскольку культура *in vitro* предлагает более контролируемую и стандартизированную среду, чем условия открытого грунта.

В настоящее время наиболее перспективным в промышленном производстве культур является метод культуры тканей и органов растений. Впервые земляника была введена в культуру в 60-х годах. Основы метода разработал Р. Боксю (1974). На данный момент работы по микроклональному размножению земляники ведутся во многих странах и даже постепенно вытесняют традиционный метод размножения (Московенко, Степанов, 2016). Этот метод позволяет получить большое количество генетически идентичных растений без использования усов или семян, что особенно важно для создания здоровой рассады (Матушкина, Пронина, 2005).

На микроразмножение земляники оказывают влияние различные факторы: состав питательной среды, освещение, температура и генотип растений (Белякова и др., 2010; Матушкина, Пронина, 2012; Мацнева и др., 2021).

По литературным данным, для обеспечения эффективного размножения земляники садовой необходимо учитывать комплексное воздействие физиологических, гормональных и физических факторов (Матушкина, Пронина, 2001).

Оптимальным периодом для введения материала земляники в культуру *in vitro* является фаза выхода растений из состояния покоя или начало активной вегетации, характеризующаяся максимальным регенеративным потенциалом меристемы (Муратова, 2015).

Для стерилизации растительного материала применяются растворы различных антисептических средств: 0,1% и 0,01% растворы мертиолята, 0,1% раствор сулемы, а также 12% и 30% растворы перекиси водорода, гипохлорита натрия и этилового спирта (Мацнева, 2019). Эти препараты обеспечивают эффективное обеззараживание, предотвращая контаминацию и способствуя сохранению жизнеспособности растительного материала.

В практике культивирования земляники наиболее широко применяется питательная среда Мурасиге-Скуга (МС) (Murashige, Skoog, 1962), обогащённая 0,5 мг/л 6-бензиламинопурина (6-БАП). Коэффициент размножения *in vitro* зависит от концентрации гормонов в питательной среде и сортовой специфичности растений земляники (Мацнева и др., 2017). Максимальные показатели коэффициента размножения достигаются при использовании минеральных сред Андерсона, Ли де Фоссарда (ЛФ) и Мурасиге-Скуга (МС), что обусловлено оптимальным балансом макро- и микроэлементов, способствующих интенсивному клеточному делению и развитию (Расторгуев, 2012; Мацнева, Ташматова, 2019). Во многих исследованиях по размножению побегов земляники *in vitro* используется среда Гамборга В5 (Gamborg и др., 1968) (Kotsupiy et al., 2020; Ambros et al., 2021, 2023; Kotsupiy et al., 2023).

В работах с *Fragaria vesca* для стерилизации применяется 70% этанол и отбеливатель «Domestos» (для семян) и 0,1%-ный раствор хлорида ртути в течение 15 минут (для почек)

(Yildirim, Turker, 2014; Dias et al, 2017). Для введения и размножения наиболее часто используют модифицированную среду МС, рН среды около 5,7. Полученные растения выращивают в фитотроне при температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$, на полках, освещённых в течение 16 ч в сутки белым светом (Rokosa et al, 2025).

Регенерацию побегов *Fragaria viridis* проводят на среде МС с добавлением 6-БАП и индолилмасляной кислоты (ИМК). Наибольшее количество побегов получено при размножении верхушки побега с добавлением тидиазулона (ТДЗ) и 0,5 мкм ИМК. Длительность одного пассажа – 4 недели, фотопериод составлял 16/8 при освещении 3000 люкс (Ghasemi et al., 2015).

Новизна исследования заключается в выявлении характера морфогенетических реакций эксплантов диких видов земляники *Fragaria vesca* и *Fragaria viridis* в зависимости от культивируемых *in vitro* органов (меристема, семена).

Цель – отработка и оптимизация биотехнологических приёмов и методов для получения исходного селекционного материала видов *Fragaria*.

Материалы и методы

Исследовательская работа проводилась в ВНИИСПК на базе лаборатории биотехнологии. Объектами исследований служили виды *Fragaria vesca* L. и *Fragaria viridis* Duch.

Fragaria vesca L. – наиболее распространённый дикорастущий вид земляники. Он встречается в лесах Европы, Азии и Северной Америки. Введена она в культуру давно, но большого прогресса в совершенствовании размеров плодов за многие века её разведения добиться не удалось. Обладает такими ценными свойствами, как высокая зимостойкость, раннее созревание, ароматичность ягод, ремонтантность.

Fragaria viridis Duch. широко распространена в Европе, Северной и Центральной Азии. Отдельные формы земляники лесной также имеют высокую зимостойкость, засухоустойчивость, ароматичность.

Благодаря этим признакам данные виды представляют большую ценность для селекции.

Введение эксплантов земляники в культуру проводилось по методикам Н.В. Кухарчик и др. (2016); Е.Н. Джигадло и др. (2005); С. Э. Семенас и Н.В. Кухарчик (2000); Р.Г. Бутенко (1990); Ф.Л. Калинина и др. (1992); рекомендациям Г.П. Атрощенко и др. (2001). Для клонального микроразмножения исходным материалом служили розетки земляники с вегетирующих растений.

На этапе инициации применялась питательная среда МС на фоне 6-БАП 0,5 мг/л. В качестве стерилизующих веществ использовали растворы сулемы (0,1%), мертиолата (0,01%), нитрата серебра (0,1%), перекиси водорода (12%). Изолирование меристем проводили под микроскопом NTB-4В в ламинарных боксах. Стерилизация семян происходила по схеме стерилизации меристем. В качестве стерилизующего агента использовался раствор сулемы.

На этапе пролиферации использовали среды с минеральной основой МС на фоне 6-БАП 0,8 и 1,0 мг/л; среды Ли-Фоссарда (ЛФ) с добавлением 6-БАП 1,0 мг/л, Гамборга на фоне 1,0 мг/л 6-БАП в условиях светокмнаты.

Длительность одного пассажа 28...30 дней. Растения культивировали при температуре $+24^\circ\text{C}$, освещённости 2...3 тыс. люкс, длительность фотопериода 16 часов.

Для обработки результатов использовался пакет анализа данных MS Excel 2014 и дисперсионный анализ.

Результаты и их обсуждение

На этапе введения необходимо добиться получения хорошо растущей стерильной культуры путём стерилизации растительных тканей. В наших исследованиях в качестве стерилизующих агентов использовали сулему, нитрат серебра, мертиолат и перекись водорода.

Показатель приживаемости эксплантов, который учитывали после месяца культивирования, и у *Fragaria viridis*, и у *Fragaria vesca* был наивысшим после обработки сулемой, что даёт основание выделить данный стерилизатор как наиболее эффективный (таблица 1). Установлено, что приживаемость эксплантов с разными вариантами обработки значительно отличалась.

Таблица 1 – Эффективность стерилизующих агентов на этапе введения эксплантов *Fragaria vesca* и *Fragaria viridis* в стерильную культуру 2022...2024 гг.

Вид	Показатель	Сулема	Нитрат серебра	Мертиолат	Перекись водорода	НСП ₀₅
<i>Fragaria viridis</i>	Инфицированность, %	18,5	13,5	15,5	33,0	26,6
	Некроз, %	33,0	55,0	49,0	29,0	19,4
	Приживаемость, %	48,5	31,5	22,5	32,0	9,3
<i>Fragaria vesca</i>	Инфицированность, %	26,0	21,0	32,0	34,0	22,7
	Некроз, %	32,0	31,0	54,2	39,0	23,2
	Приживаемость, %	58,0	50,5	31,3	27,0	17,0

На нулевом пассаже отмечали начало пролиферативной активности. Отдельные экспланты образовывали дополнительные почки и побеги. При всех вариантах дезинфицирующих веществ, была отмечена специфичность генотипической реакции исследуемых видов.

Для изучения влияния сроков введения на приживаемость эксплантов, их вводили в стерильную культуру в три срока: период активного роста - июнь, период затухания роста - август, период окончания роста – октябрь (таблица 2). По 200 эксплантов в каждом варианте. В качестве стерилизующего агента использовался 0,01% раствор сулемы (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние сроков введения на приживаемость эксплантов *Fragaria vesca* и *Fragaria viridis* в культуре *in vitro*

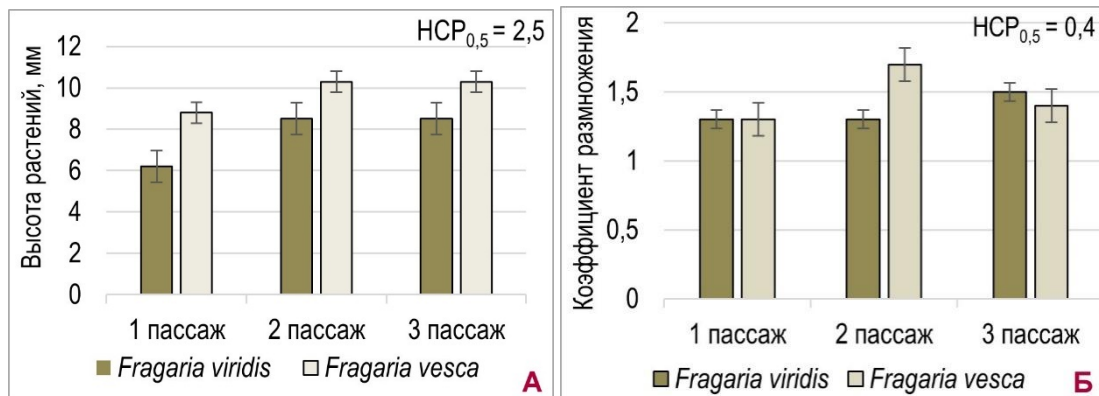
Вид	Инфицированность, %			Некроз, %			Приживаемость, %		
	июнь	август	октябрь	июнь	август	октябрь	июнь	август	октябрь
<i>Fragaria viridis</i>	15,9	38,0	19,0	54,4	43,0	19,0	29,7	19,0	62,0
<i>Fragaria vesca</i>	29,7	33,0	21,0	43,1	27,5	42,0	27,2	39,5	48,0
	НСП _{0,5} =21,6			НСП _{0,5} =32,2			НСП _{0,5} =39,7		

Как видно из таблицы 2, у эксплантов *Fragaria vesca*, введенных в культуру *in vitro* в октябре, отмечалась наиболее высокая приживаемость (48%), по сравнению с другими периодами, за счет меньшей инфицированности тканей, в отличие от литературных данных, где рекомендованным сроком введения является фаза выхода растений из состояния покоя или начало активной вегетации (Муратова, 2015). У эксплантов *Fragaria viridis*, в осенний сезон, процент приживаемости так же был выше, чем в летние периоды в результате меньшей инфицированности и некроза. Было установлено отсутствие значимых различий между видами.

На этапе микроразмножения необходимо добиться получения максимального количества мериклонов. Основную роль при подборе оптимальных условий культивирования эксплантов играют соотношение и концентрация внесённых в питательную среду

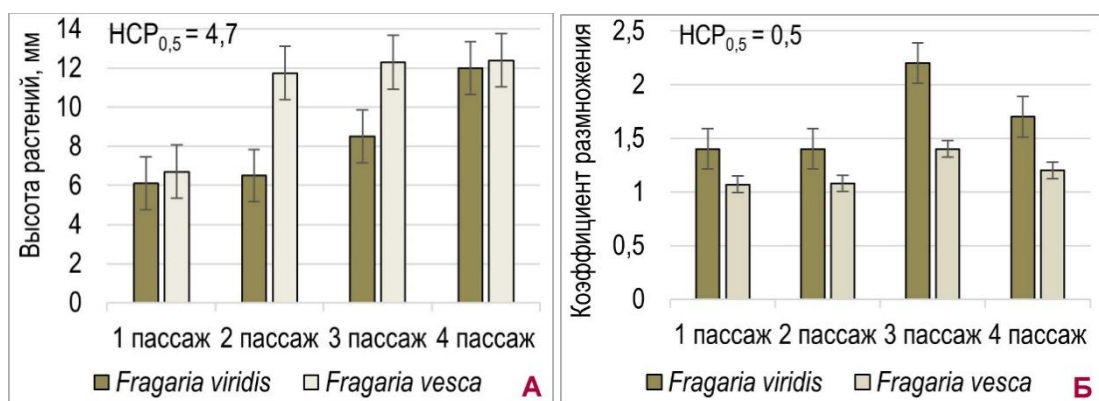
цитокининов и ауксинов. В своей работе из цитокининов мы использовали 6-БАП в концентрации 0,8 мг/л и 1,0 мг/л.

На этапе размножения использовали среду Мурасиге-Скуга (МС) с добавлением 0,8 мг/л и 1,0 мг/л 6-БАП (рисунки 1, 2).



А – высота растений, мм; Б – коэффициент размножения.

Рисунок 1 – Пролиферационная способность на этапе размножения эксплантов *Fragaria vesca* и *Fragaria viridis* на среде с 6-БАП 0,8 мг/л



А – высота растений, мм; Б – коэффициент размножения.

Рисунок 2 – Пролиферационная способность на этапе размножения эксплантов *Fragaria vesca* и *Fragaria viridis* на среде с 6-БАП 1,0 мг/л

После 2-го пассажа растения, находившиеся на среде с добавлением 0,8 мг/л 6-БАП практически не росли. Коэффициент размножения оставался на том же уровне. Процент некрозов составил около 80%.

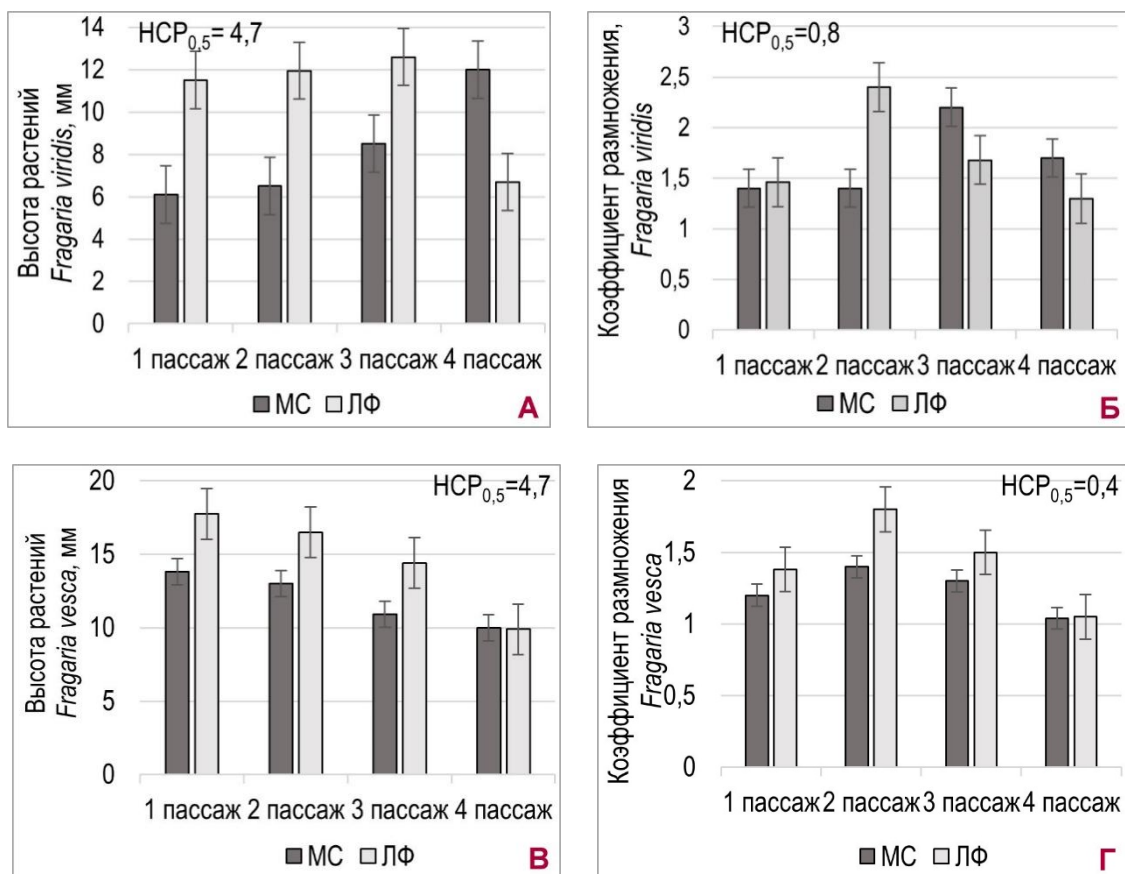
Концентрация 6-БАП 1,0 мг/л оказалась более подходящей. Растения имели большую высоту и коэффициент размножения.

Успех работы по размножению растений методом культуры *in vitro* во многом зависит от реакции микрорастений на минеральный состав питательных сред.

В работе были использованы 3 среды: Мурасиге-Скуга (МС); Ли-Фоссарда (ЛФ); Гамборга В₅ (рисунок 3).

На первых трех пассажах микророзетки *Fragaria viridis* имели большую высоту на среде ЛФ. Однако к 4 пассажу средняя длина растений начинала снижаться. Растения начинали погибать.

На среде МС средняя длина растений постепенно увеличивалась на протяжении всех 4 пассажей. Это указывает на то, что среда МС больше подходит для длительного культивирования, что соответствует данным полученным Мацневой в 2019 г (Мацнева, Ташматова, 2019).



А – высота растений *Fragaria viridis*, мм; Б – коэффициент размножения *Fragaria viridis*;
 В – высота растений *Fragaria vesca*, мм; Г – коэффициент размножения *Fragaria vesca*
 Рисунок 3 – Определение наилучшей минеральной основы на этапе пролиферации
 эксплантов *Fragaria vesca* и *Fragaria viridis*

На среде Гамборга, рекомендуемой многими авторами (Kotsupiy et al., 2020; Ambros et al., 2021, 2023; Kotsupiy et al., 2023), с первого пассажа наблюдалась гибель растений, что говорит о нецелесообразности её использования для данных видов земляники.

У микропобегов *Fragaria viridis* после культивирования на среде ЛФ (2-й пассаж) коэффициент размножения был значительно выше (2,4), чем на среде МС (1,4). Однако на следующих пассажах коэффициент размножения на среде МС был чуть выше (2,2 и 1,7).

Для *Fragaria vesca* отличия в показателях развития на средах МС и ЛФ были несущественными. На всех пассажах микропобеги имели примерно одинаковую высоту. Разница между коэффициентами размножения, так же была несущественной.

Для всех растений, в том числе и для растений рода *Fragaria*, характерен покой семян, который является естественным механизмом защиты растений при неблагоприятных факторах внешней среды. Наличие покоя семян затрудняет их культивирование. Поэтому изучение органического покоя семян и условий его преодоления весьма актуально.

В данном опыте отработывалась методика выращивания семян *in vitro* для получения растений и их дальнейшего участия в полиплоидизации.

В конце декабря 500 семян были посажены на питательную среду МС с концентрацией 6-БАП 0,5 мг/л (как и для введения эксплантов).

Пробирки с семенами в количестве 100 штук выставили на стеллажи под лампы с освещением 3 тыс. люкс. Остальные (400 семян) были поставлены на стратификацию в холодильник при температуре +3°C. Таким образом получили 5 повторностей по 20

пробирок (100 семян). Каждые 2 недели на свет выставлялась новая повторность и проводились подсчёты по количеству проросших семян. Опыт проводили в течении 3 лет (таблица 3).

Таблица 3 – Проращивание семян земляники в условиях *in vitro*

Вариант опыта	Количество проросших семян, %						
	<i>Fragaria vesca</i>				<i>Fragaria viridis</i>		
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	среднее	2023 г.	2024 г.	среднее
Семена без стратификации	94	83	10	62	29	0	15
2 недели стратификации	94	75	7	59	31	0	16
4 недели стратификации	95	71	12	59	23	–	23
6 недель стратификации	83	76	14	58	23	–	23
8 недель стратификации	–	60	16	38	–	–	–
НСР _{0,5} =14,1							

Если рассматривать средние показатели, при длительной стратификации процент всхожести семян у *Fragaria vesca* снижался. У *Fragaria viridis* разница по срокам стратификации не выявлена. Установлено, что всхожесть двух видов значительно отличалась. *Fragaria vesca* давала больше ягод и лучше прорастала в культуре. Так же стоит отметить высокий процент всхожести у семян, не прошедших стратификацию, что говорит о возможности исключения данного этапа. Разница во всхожести семян в различные года культивирования, возможно, объясняется их различным физиологическим состоянием на момент сбора.

Заключение

В процессе культивирования видов земляники на каждом этапе проявлялась уникальная генотипическая реакция растений на условия выращивания, включая выбор стерилизующих агентов, баланс минеральных и гормональных компонентов питательных сред. Среди стерилизаторов наилучшие результаты продемонстрировал раствор сулемы, одинаково эффективный как для *Fragaria viridis*, так и для *Fragaria vesca*, обеспечивая чистоту и жизнеспособность посадочного материала. Оптимальным сроком введения, в результате меньшей инфицированности тканей, оказался осенний – период окончания роста. Концентрация 6-БАП в 1,0 мг/л способствовала повышению коэффициента размножения и благотворно влияла на общее развитие микрорастений этих видов. Среда Мурасиге-Скуга оказалась наиболее подходящей для продолжительного культивирования. Средняя всхожесть семян земляники при разных вариантах стратификации существенно не различалась и данный этап можно исключить.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Атрощенко Г.П., Костицын В.В., Наделюев А.Л. Рекомендации по производству оздоровленного посадочного материала земляники / Санкт-Петербург. СПбГАУ. 2001. 13. 7. <https://elibrary.ru/txxeol>
2. Белевцова В.И. Отдалённая гибридизация при создании адаптивных сортов земляники для Якутии // Развитие научного наследия Н. И. Вавилова в современных селекционных исследованиях. Казань: ООО «Центр инновационных технологий», 2012. 71-75. <https://www.elibrary.ru/wnjtrp>
3. Белякова Л.В., Высоцкий В.А., Алексеенко Л.В. Влияние некоторых факторов культивирования на развитие эксплантов земляники в процессе клонального

- микроразмножения // Садоводство и виноградарство. 2010. 2. 23-27. <https://www.elibrary.ru/mlhwyx>
4. Бутенко Р.Г. Клеточная технология в сельскохозяйственной науке // Основы сельскохозяйственной биологии. М.: Агропромиздат. 1990. С. 154
 5. Джигадло Е.Н., Джигадло М.И., Голышкина Л.В. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами. Орел: ВНИИСПК, 2005. 51. <https://www.elibrary.ru/rphtsk>
 6. Калинин Ф.Л., Кушнир Г.П., Сарнацкая В.В. Технология микрклонального размножения растений. Киев: Наукова думка. 1992. 232.
 7. Кухарчик Н.В., Кастрицкая М.С., Семенас С.Э., Колбанова Е.В., Красинская Т.А., Волосевич Н.Н., Соловей О.В., Змушко А.А., Божидай Т.Н., Рундя А.П., Малиновская А.М. Размножение плодовых и ягодных растений в культуре *in vitro* / под общ. ред. Н.В. Кухарчик. Минск. Беларуская навука. 2016. 208. <https://www.elibrary.ru/zfzenr>
 8. Марченко Л.А. Земляника: эволюция отечественного сортимента и направления селекции // Аграрный вестник Урала. 2020. 12. 50-60. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-203-12-50-60>
 9. Матушкина О.В., Пронина И.Н. Клональное микроразмножение земляники в системе производства оздоровленного посадочного материала // Труды ВНИИС им. И.В. Мичурина. Научные основы садоводства: сборник. Мичуринск: Кварта. 2005. 155-160. <https://www.elibrary.ru/opxuhu>
 10. Матушкина О.В., Пронина И.Н. Клональное микроразмножение плодовых и ягодных культур и перспективы его использования // Основные итоги и перспективы научных исследований ВНИИС им. И.В. Мичурина (1931-2001 гг). Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2001. 103-105. <https://www.elibrary.ru/mfxumo>
 11. Матушкина О.В., Пронина И.Н. Технология клонального микроразмножения земляники. Воронеж: Кварта, 2012. 20. <https://www.elibrary.ru/mnmlwe>
 12. Мацнева О.В., Ташматова Л.В. Клональное микроразмножение земляники – перспективный метод современного питомниководства (обзор) // Современное садоводство. 2019. 4. 113-119. <https://www.elibrary.ru/vwlcvy>
 13. Мацнева О.В., Ташматова Л.В., Хромова Т.М. Биотехнологические приёмы оптимизации микрклонального размножения и адаптации генотипов земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) Орел. ВНИИСПК. 2021. 24. <https://www.elibrary.ru/jtbjkg>
 14. Мацнева О.В., Ташматова Л.В., Хромова Т.М., Шахов В.В. Введение сортов земляники в культуру *in vitro* // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. 56. 29-36. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-56-28-34>.
 15. Мацнева, О.В., Ташматова, Л.В., Орлова, Н.Ю., Шахов, В.В. Микрклональное размножение земляники садовой // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2017. 4. 1-2. 93-96. <https://www.elibrary.ru/zbiwvh>
 16. Муратова С.А., Хорошкова Ю.В. Клональное микроразмножение растений – перспективный метод современного питомниководства // Основы повышения продуктивности агроценозов. Мичуринск: ООО «Бис». 2015. 367-373. <https://www.elibrary.ru/yadacd>
 17. Расторгуев С.Л. Разработка приёмов размножения земляники в системе *in vitro* // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2012. 1,1. 10-13. <https://www.elibrary.ru/pejjrf>
 18. Семенас С.Э., Кухарчик Н.В. Методика клонального размножения сортов земляники садовой // Плодоводство. 2000. 13. 135-145.
 19. Степанов В.В., Московенко Н.В. Изучение показателей качества земляники садовой, выращенной путём биотехнологии микрклонирования // Электронный сетевой

- политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2016. 14. 621-628. <https://www.elibrary.ru/zhjscd>
20. Ambros E., Karpova E., Kotsupiy O., Zaytseva Y., Trofimova E., Novikova T. Silicon chelates from plant waste promote *in vitro* shoot production and physiological changes in strawberry plantlets // *Plant Cell Tissue Organ Culture (PCTOC)*. 2021. 145. 209-221. <https://doi.org/10.1007/s11240-020-02003-0>
21. Ambros E., Karpova E., Kotsupiy O., Trofimova E., Zakabluk G., Chernonosov A., Koval V., Novikova T. A mechanocomposite based on biogenic silica and green tea flavonoids modulates adaptability of strawberry microclones to *in vitro* and *ex vitro* conditions // *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2023. 23. 612-627. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-01069-3>
22. Boxus P.H. The production of strawberry plants by *in vitro* micropropagation // *Journal of Horticultural Science*. 1974. 49, 3. 209-210. <https://doi.org/10.1080/00221589.1974.11514571>
23. Dias M.I., Barros L., Sousa M.J., Oliveira M.B.P., Santos-Buelga C., Ferreira I.C. Enhancement of nutritional and bioactive compounds by *in vitro* culture of wild *Fragaria vesca* L. vegetative parts // *Food Chemistry*. 2017. 235. 212-219. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.060>
24. Ghasemi Y., Beacknejad S., Sohrevardi F., Sharifani M., Amiri E., Nematzadeh G.A. Adventitious shoot and root regeneration of wild strawberry (*F. viridis* Duch.) by means of tissue culture medium optimization // *Biological Forum. Research Trend*. 2015. 7, 2. 436-441. <https://www.researchtrend.net/bfij/pdf/72%20FIROUZEH%20SOHREVARDI.pdf>
25. Kotsupiy O., Karpova E., Ambros E. Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) microshoots // *BIO Web of Conferences*. 2020. 24. 00041. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202400041>
26. Kotsupiy O., Karpova E., Trofimova E., Novikova T., Ambros E. Transformation of strawberry plants' phenolic profile after treatment with a mechanocomposite based on silicon chelates in the course of development under *in vitro*, *ex vitro*, and *in vivo* conditions // *Horticulturae*. 2023. 9. 157. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020157>
27. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiologia Plantarum*. 1962. 3. 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
28. Rokosa M., Mikiciuk M., Kulpa D., Ptak P. A comparative study on drought stress response *in vitro* and *in vivo* propagated *Fragaria vesca* plants // *Agriculture*. 2025. 15, 2. 145. <https://doi.org/10.3390/agriculture15020145>
29. Yildirim A.B., Turker A.U. Effects of regeneration enhancers on micropropagation of *Fragaria vesca* L. and phenolic content comparison of field-grown and *in vitro*-grown plant materials by liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry (LC–ESI-MS/MS) // *Scientia Horticulturae*. 2014. 169. 169-178. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.01.038>

References

1. Atroschenko, G., Kostitsyn, V., & Nadelyuev, A. (2001). *Recommendations for the Production of Healthy Strawberry Planting Material*. SPbGAU. <https://elibrary.ru/txxeol>. (In Russian).
2. Belevtsova, V.I. (2012). Remote hybridization in the creation of adaptive strawberry varieties for Yakutia. In *Development of Scientific Heritage of N. I. Vavilov in Modern Breeding Research: conference proceedings* (pp. 71-75). Center for Innovative Technologies LLC. <https://www.elibrary.ru/wnjtrp>. (In Russian).
3. Belyakova, L., Vysotsky, V., & Alekseenko L. (2010). The influence of certain cultivation factors on the development of strawberry explants in the process of clonal micropropagation // *Horticulture and Viticulture*, 2, 23-27. <https://www.elibrary.ru/mlhwyx>. (In Russian).
4. Butenko, R. (1990). Cellular technology in agricultural science. In *Fundamentals of Agricultural Biology* (pp. 154). Agropromizdat. (In Russian).

5. Dzhigadlo, E., Dzhigadlo, M., & Golyshkina, L. (2005). *Methodological Recommendations on the Use of Biotechnological Methods in Working with Fruit, Berry and Ornamental Crops*. VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/rphtsk>. (In Russian).
6. Kalinin, F., Kushnir, G., & Sarnatskaya, V. (1992). *Technology of Microclonal Reproduction of Plants*. Naukova dumka, 232. (In Russian).
7. Kukharchik, N., Kastritskaya, M., Semenas, S., Kolbanova, E., Krasinskaya, T., Volosevich, N., Solovey, O., Zmushko, A., Bozhidai, T., Rundya, A., & Malinovskaya, A. (2016). *Reproduction of Fruit and Berry Plants in in vitro Culture*. Belarusian science. <https://www.elibrary.ru/zfzenr>. (In Russian).
8. Marchenko, L. (2020). Strawberry: evolution of the domestic assortment and direction of selection. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 12, 50-60. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-203-12-50-60>. (In Russian, English abstract).
9. Matushkina, O., & Pronina, I. (2005). Clonal micro-propagation of strawberries in the production system of healthy planting material. In *Proceedings of the All-Russian Scientific Research Institute of Horticulture named after I.V. Michurin. Scientific Foundations of Horticulture* (pp 155-160). Kvarta. <https://www.elibrary.ru/opxuhu>. (In Russian).
10. Matushkina, O., & Pronina, I. (2001). Clonal micropropagation of fruit and berry crops and prospects for its use. In *The Main Results and Prospects of Scientific Research at the I.V. Michurin VNIIS (1931-2001)* (pp. 103-105). Tambov State Technical University. <https://www.elibrary.ru/mfxumo>. (In Russian).
11. Matushkina, O., & Pronina, I. (2012). *Technology of Clonal Micropropagation of Strawberries*. Kvarta. <https://www.elibrary.ru/mnmlwe>. (In Russian).
12. Matsneva, O., & Tashmatova, L. (2019). Clonal micropropagation of strawberries – a promising method of modern nursery breeding (review). *Contemporary Horticulture*, 4, 113-119. <https://www.elibrary.ru/vwlcvy>. (In Russian).
13. Matsneva, O., Tashmatova, L., & Khromova, T. (2021). *Biotechnological Techniques for Optimizing Microclonal Reproduction and Adaptation of Strawberry Genotypes (Fragaria × ananassa Duch.)*. VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/jtbjkg>. (In Russian).
14. Matsneva, O., Tashmatova, L., Khromova, T., & Shakhov, V. (2019). The introduction of strawberry varieties into *in vitro* culture. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*, 56, 29-36. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-56-28-34>. (In Russian, English abstract).
15. Matsneva, O., Tashmatova, L., Orlova, N., & Shakhov, V. (2017). Micropropagation of strawberries. *Breeding and Variety Cultivation of Fruit and Berry Crops*, 4(1-2), 93-96. <https://www.elibrary.ru/zbiwvh>. (In Russian).
16. Muratova, S., & Khoroshkova, Yu. (2015). Clonal micropropagation plants - perspective method of modern nursery-garden. In *Fundamentals of Increasing the Productivity of Agroecosystems* (pp. 367-373). Bis. <https://www.elibrary.ru/yadacd>. (In Russian).
17. Rastorguev, S. (2012). Development of strawberry propagation techniques in the *in vitro* system. *The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 1-1, 10-13. <https://www.elibrary.ru/pejjrf>. (In Russian).
18. Semenas, S., & Kukharchik, N. (2000). Methods of clonal propagation of strawberry varieties. *Fruit Growing*, 13, 135-145. (In Russian).
19. Stepanov, V., & Moskovenko, N. (2016). Study of the indicators of the quality of the landscape of gardening directed by microclonal biotechnology. *Electronic Network Polythematic Journal "Scientific Works of KubSTU"*, 14, 621-628. <https://www.elibrary.ru/zhjscd>. (In Russian, English abstract).
20. Ambros, E., Karpova, E., Kotsupiy, O., Zaytseva, Y., Trofimova, E., & Novikova, T. (2021). Silicon chelates from plant waste promote *in vitro* shoot production and physiological changes

- in strawberry plantlets. *Plant Cell Tissue Organ Culture (PCTOC)*, 145, 209-221. <https://doi.org/10.1007/s11240-020-02003-0>
21. Ambros, E., Karpova, E., Kotsupiy, O., Trofimova, E., Zakabluk, G., Chernonosov, A., Koval V., & Novikova, T. (2023) A mechanocomposite based on biogenic silica and green tea flavonoids modulates adaptability of strawberry microclones to *in vitro* and *ex vitro* conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23, 612-627. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-01069-3>
22. Boxus, P. (1974). The production of strawberry plants by *in vitro* micropropagation. *Journal of Horticultural Science*, 49(3), 209-210. <https://doi.org/10.1080/00221589.1974.11514571>
23. Dias, M.I., Barros, L., Sousa, M.J., Oliveira, M.B.P., Santos-Buelga, C., & Ferreira, I.C. (2017). Enhancement of nutritional and bioactive compounds by *in vitro* culture of wild *Fragaria vesca* L. vegetative parts. *Food Chemistry*, 235, 212-219. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.060>
24. Ghasemi, Y., Beaicknejad, S., Sohrevardi, F., Sharifani, M., Amiri, E., & Nematzadeh, G.A. (2015). Adventitious shoot and root regeneration of wild strawberry (*F. viridis* Duch.) by means of tissue culture medium optimization. *Biological Forum. Research Trend*, 7(2), 436-441. <https://www.researchtrend.net/bfij/pdf/72%20FIROUZEH%20SOHREVARDI.pdf>
25. Kotsupiy, O., Karpova, E., & Ambros, E. (2020). Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) microshoots. *BIO Web of Conferences*. 24, 00041. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202400041>
26. Kotsupiy, O., Karpova, E., Trofimova, E., Novikova, T., & Ambros, E. (2023). Transformation of strawberry plants' phenolic profile after treatment with a mechanocomposite based on silicon chelates in the course of development under *in vitro*, *ex vitro*, and *in vivo* conditions. *Horticulturae*, 9, 157. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020157>
27. Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 3, 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
28. Rokosa, M., Mikiciuk, M., Kulpa, D., & Ptak, P. (2025). A comparative study on drought stress response *in vitro* and *in vivo* propagated *Fragaria vesca* plants. *Agriculture*, 15(2), 145. <https://doi.org/10.3390/agriculture15020145>
29. Yildirim, A.B., & Turker, A.U. (2014). Effects of regeneration enhancers on micropropagation of *Fragaria vesca* L. and phenolic content comparison of field-grown and *in vitro*-grown plant materials by liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry (LC–ESI-MS/MS). *Scientia Horticulturae*, 169, 169-178. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.01.038>

Автор:

Анна Юрьевна Мельяновская, научный сотрудник лаборатории биотехнологии, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», melyanovskaya@orel.vniispk.ru
ORCID: 0000-0002-4286-7118
SPIN: 3994-4311

Author:

Anna Y. Melyanovskaya, Researcher at the Laboratory of Biotechnology of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), melyanovskaya@orel.vniispk.ru
ORCID: 0000-0002-4286-7118
SPIN: 3994-4311

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 634.1.054, 634.1.055

Интродукция и использование сортов плодовых и ягодных культур селекции ВНИИСПК в Беларуси

А.А. Таранов¹, И.Г. Полубятко¹ , Л.В. Фролова¹

¹Республиканское унитарное предприятие «Институт плодородства», 223013, ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский р-н, Минская область, Республика Беларусь, belhort@belsad.by

Аннотация

В статье представлены результаты работы по сортоизучению сортов плодовых и ягодных культур селекции ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур» в условиях Беларуси. В рамках международного сотрудничества коллекции генетических ресурсов плодовых и ягодных культур РУП «Институт плодородства» пополнены 97 образцами (яблоня, груша, вишня, черешня, смородина) селекции ВНИИСПК, которые изучаются по комплексу хозяйственно-биологических признаков. По результатам проведенного сортоизучения, в разные годы в гибридизацию были вовлечены 27 сортов и гибридов плодовых и ягодных культур селекции ВНИИСПК, в том числе яблони – Орловская гирлянда, Имрус, Орловим, Афродита, Рождественское, Солнышко, Синап орловский, груши – Ботаническая, Есенинская, Память Паршина, Тютчевская, Лира, 24-46-140, вишни – Ливенская, Ровесница, Тургеневка, смородины черной – Ажурная, Арапка, Благословение, Дачница, Искушение, Кипиана, Лентяй, Муравушка, Очарование, Сладостен, Монисто. Опылено более 41 тыс. цветков, изучено более 3,9 тыс. селекционных сеянцев. В результате проведенных многолетних исследований, в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь включены 3 сорта яблони (Имрус, Синап орловский, Юбилар), 3 – вишни (Ровесница, Тургеневка, Ливенская), 2 – смородины черной (Лентяй, Орловия) и 2 сорта смородины красной (Баяна, Дана).

Ключевые слова: селекция, плодовые культуры, ягодные культуры, сорт, Россия, Беларусь

Introduction and use of fruit and small fruit crops varieties bred by the VNIISPK in Belarus

A.A. Taranau¹, I.G. Palubiatka¹ , L.V. Fralova¹

¹Republican Unitary Enterprise «Institute of Fruit Growing», 223013, Kovalyova St., 2, ag. Samokhvalovichy, Minsk District, Minsk Region, Republic of Belarus, belhort@belsad.by

Abstract

This article presents the results of a study of fruit and berry varieties bred by the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding in Belarus. As part of international collaboration, the fruit and berry genetic resource collections of the Institute of Fruit Growing were expanded with 97 accessions (apple, pear, cherry, sweet cherry, and currant) bred by the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, which are being studied for a range of economic and biological traits. Based on the results of the variety study, 27 fruit and berry varieties and hybrids bred by the All-Russian Research Institute of Fruit Crops (VNIISPK) were hybridized over the years, including apple trees (Orlovskaya Girlyanda, Imrus, Orlovim, Aphrodite, Rozhdestvenskoye, Solnyshko, and Sinap Orlovsky); pear trees (Botanicheskaya, Yeseninskaya, Pamyat Parshina, Tyutchevskaya,

Lira, and 24-46-140); cherries (Livenskaya, Rovesnitsa, and Turgenevka); and blackcurrant trees (Azhurnaya, Arapka, Blagoslovenie, Dachnitsa, Iskushenie, Kipiana, Lentyai, Muravushka, Ocharovanie, Slastena, and Monisto). More than 41,000 flowers were pollinated, and more than 3,900 breeding seedlings were studied. As a result of many years of research, 3 varieties of apple (Imrus, Sinap Orlovsky, Yubilyar), 3 varieties of cherry (Rovesnitsa, Turgenevka, Livenskaya), 2 varieties of black currant (Lentyay, Orloviya), 2 varieties of red currant (Bayana, Dana) have been included in the state register of varieties of agricultural plants of the Republic of Belarus.

Key words: breeding, fruit crops, small fruit crops, variety, Russia, Belarus

Введение

Традиционные плодовые и ягодные культуры широко распространены в насаждениях разных форм собственности как в Беларуси, так и в России. Наиболее востребованы высокопродуктивные сорта, отличающиеся высоким качеством плодов и устойчивостью к основным патогенам, что дает возможность получать экологически чистую, конкурентоспособную продукцию, значительно снизив затраты на средства защиты (Заремук, 2018). Интродуцируемые сорта не всегда могут проявить своих качественных селекционных признаков и часто характеризуются низкой адаптивностью к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам. Наиболее эффективным способом управления адаптивностью многолетних растений плодовых и ягодных культур, повышения стабильности их плодоношения и улучшения товарных качеств плодов является селекция. Основными методами селекции плодовых и ягодных культур остаются внутривидовая и отдаленная гибридизации, которые, в результате рекомбинации генов, позволяют получить новые генотипы в генеративном потомстве (Козловская, 2021; Алибеков, 2024).

Создание новых, высокотоварных, адаптивных сортов плодовых и ягодных культур возможно лишь при использовании доноров и источников ценных признаков исходного материала, выделенных в результате изучения генетических коллекций. Таким образом, коллекции плодовых и ягодных культур являются банком сохранения генетического разнообразия, важнейшим источником и донором признаков и свойств для селекции и страховым фондом на фоне нестабильности проявления климата (Куликов, 2012; Меженский, 2009).

Коллекции генетических ресурсов плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда Республиканского научно-производственного дочернего унитарного предприятия «Институт пловодства» объявлены научным объектом и включены в Государственный реестр научных объектов, которые составляют национальное достояние, под реестровым номером 6 (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14.12.2012 № 1152). Данные коллекции относятся к числу крупнейших в Европе и включают в себя самый северный в Европе фонд ореха грецкого и винограда. Общий генофонд плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда РУП «Институт пловодства» составляет 5 590 образцов, в т.ч. яблони – 1 469, груши – 695, айвы – 55, алычи культурной и сливы домашней – 401, вишни – 242, черешни – 247, абрикоса – 146, персика – 29, ореха грецкого – 75, лещины и фундука – 221, винограда – 541, земляники садовой – 184, смородины черной – 211, смородины красной – 76, смородины золотистой – 15, крыжовника – 364, малины – 80, ежевики – 30, хеномелеса японского – 20, актинидии – 49, барбариса – 4, боярышника – 46, бузины – 12, жимолости – 127, ирги – 8, калины – 50, кизила – 12, лимонника китайского – 2, гумы – 7, облепихи – 56, рябины садовой – 25, аронии черноплодной – 26, черемухи – 2, шиповника – 18, шелковицы – 2, унаби – 1, дерезы – 2, княженики – 2, азимины – 1, голубики – 36 образцов.

Мобилизация, сохранение и изучение генетических ресурсов плодовых и ягодных культур, выделение источников и доноров хозяйственно ценных признаков, проведение предварительной селекции (пребридинг) является основой для создания новых высококачественных сортов (Асадулаев, 2019).

Международное сотрудничество в области обмена генетическими ресурсами в РУП «Институт пловодства» осуществляется по 42 договорам и соглашениям с ведущими научными учреждениями 10 стран ближнего и дальнего зарубежья.

В рамках международного сотрудничества кураторами коллекций генетических ресурсов плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда РУП «Институт пловодства» регулярно выполняются запросы селекционеров и держателей коллекций из разных стран и научно-исследовательских учреждений. В период только 2010...2025 гг. в зарубежные научно-исследовательские учреждения стран дальнего и ближнего зарубежья передано 930 образцов плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда. В РУП «Институт пловодства» получен генетический материал в виде черенков и саженцев 1564 образца плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда.

Существенный вклад в селекционную работу плодовых и ягодных культур в Российской Федерации был внесен коллективом ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур» (ВНИИСПК), где богатые коллекции плодовых и ягодных культур, ведется активная селекционная работа, и с данным учреждением заключен договор о научном сотрудничестве и обмене геноресурсами.

Целью проведенных исследований являлась оценка и выделение сортов плодовых и ягодных культур селекции ВНИИСПК, пригодных для интродукции и использования в селекционной работе в природно-климатических условиях Беларуси.

Материалы и методы

Исследования проводили в РУП «Институт пловодства» на опытных участках отдела селекции плодовых культур (д. Курковичи) и отдела ягодных культур (аг. Самохваловичи) в условиях центральной зоны пловодства (Минский район, Республика Беларусь).

Объектом исследований служили коллекции полевого генного банка плодовых и ягодных культур. Необходимые учеты и наблюдения роста и развития растений проводили по общепринятым методикам (Козловская, 2017, 2019; Седов и др., 1999; Джигадло и др., 1999; Князев, Баянова, 1999).

Результаты и их обсуждение

В рамках международного сотрудничества коллекции генетических ресурсов плодовых и ягодных культур РУП «Институт пловодства» в разные годы пополнены 97 образцами (яблоня, груша, вишня, черешня, смородина) селекции ВНИИСПК, которые изучаются по комплексу хозяйственно-биологических признаков. РУП «Институт пловодства» для научно-исследовательской работы в условиях Орловской области Российской Федерации переданы 3 образца вишни (Вянок, Ласуха, Несвижская), 5 – черешни (Витязь, Гронковая, Минчанка, Мускатная, Народная), 3 – абрикоса (Память Лойко, Спадчына, Знаходка), 1 – персика (Лойко), 2 – смородины черной (Дабрадзья, Рагнеда), 2 – смородины красной (Коралловая, Крыничка), 3 – крыжовника (Ваяр, Вирилад, Крыжачок), 1 – малины (Аленушка), 1 – облепихи (Пламенная).

Изучено 28 сортов яблони – Афродита, Болотовское, Бунинское, Веняминовское, Вита, Гуливер, Имрус, Кандиль Орловский, Олимпийское, Орлик, Орлинка, Орловим, Орловская гирлянда, Орловское полесье, Первинка, Пришвинское, Орловское алое, Рождественское,

Свежесть, Синап орловский, Солнышко, Старт, Строевское, Утренняя звезда, Юбилей Москвы, Юбиляр, Яблочный спас.

По результатам проведенного сортоизучения, в разные годы в гибридизацию 2015-2025 гг. были вовлечены сорта яблони Орловская гирлянда, Имрус, Орловим, Афродита, Рождественское, Солнышко, Синап орловский как источники комплекса хозяйственно ценных признаков (урожайность, качество плодов, устойчивость болезням) в 19 комбинациях скрещиваний и в свободном опылении. Опылено более 12 тыс. цветков, изучено более 3 тыс. селекционных сеянцев.

Изучено 23 образца груши: Аннушка, Ботаническая, ГБС, Лира, Орловская красавица, Орловская летняя, Есенинская, Муратовская, Нерусса, Память Паршина, Румяная, Тютчевская, Январская, а также перспективные гибриды 5-7-21, 15-10-110, 15-13-100(10), 17-9-2, 17-35-29, 24-46-48, 24-46-140, 24-46-218, 24-46-230, 24-46-251.

По результатам проведенного сортоизучения, в разные годы в гибридизацию были вовлечены сорта груши Ботаническая, Есенинская, Память Паршина, Тютчевская, Лира и гибрид 24-46-140. Было опылено более 23 тыс. цветков, изучено 514 селекционных сеянцев. В настоящее время в саду первичного сортоизучения проходят изучения 2 перспективных гибрида 09-6/54 (Талгарская красавица × Прима) и 16-3/53 (Лира св. оп.).

Изучено 20 сортов вишни – Алексеевка, Антрацитовая, Ветеранка, Гуртьевка, Капелька, Ливенская, Мценская, Муза, Новелла, Неполодская, Орколия, Подарок учителям, Превосходная Веняминова, Превосходная Колесниковой, Ровесница, Стойкая, Студенческая, Стройотрядовская, Тургеневка, Шоколадница, и 3 сорта черешни – Аделина, Поэзия, Подарок Орлу.

По результатам проведенного сортоизучения, в разные годы в гибридизацию были вовлечены сорта вишни Ливенская, Ровесница, Тургеневка как источники комплекса хозяйственно ценных признаков (урожайность, качество плодов, устойчивость к коккомикозу) в 7 комбинациях скрещиваний и в свободном опылении. Опылено более 5 тыс. цветков, изучено более 300 селекционных сеянцев.

Изучено 20 образцов смородины черной (7 гибридов – 2780-20-23, 29-00-6, 3018-46-58, 3206-41-112, 3330-49-129, 3916-84-36, 3968-45-6 и 13 сортов – Ажурная, Арапка, Гамма, Заглядение, Зуша, Искушение, Кипиана, Монисто, Орловский вальс, Орловская серенада, Орловия, Чудное мгновение, Юбилей Орла.), включающих в свой генотип помимо европейского, сибирского, скандинавского подвидов и смородины дикуши еще и такие виды, как смородина клейкая (*R. glutinosum* (Benth.)), малоцветковая (*R. pauciflorum* Turcz.) и Янчевского (*R. Janczewski* Pojark.) и 8 образцов смородины красной межвидового происхождения – Баяна, Газель, Дана, Дар Орла, Мармеладница, Подарок лета, Подарок победителям, Премьера.

По результатам проведенного сортоизучения, в разные годы в гибридизацию были вовлечены сорта смородины черной Ажурная, Арапка, Благословение, Дачница, Искушение, Кипиана, Лентяй, Муравушка, Очарование, Сладостена, Монисто как источники комплекса хозяйственно ценных признаков (урожайность, крупноплодность, устойчивость к почковому клещу) в 19 комбинациях целенаправленных скрещиваний и в свободном опылении. Опылено более 1 тыс. цветков, изучено более 100 селекционных сеянцев.

В результате проведенных многолетних исследований по сортоизучению сортимента селекции ВНИИСПК, выделены и переданы в систему госсортоиспытания, а в последующем включены в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь 3 сорта яблони (Имрус, Синап Орловский, Юбиляр) (таблица 1), 3 – вишни (Ровесница, Тургеневка, Ливенская) (таблица 2), 2 – смородины черной (Лентяй, Орловия) и 2 сорта смородины красной (Баяна, Дана) (таблица 3) (Васеха, 2025).

Таблица 1 – Основные хозяйственно-биологические показатели сортов яблони селекции ВНИИСПК

Показатель	Сорт		
	Имрус	Синап Орловский	Юбилар
Зимостойкость (подмерзание в критическую зиму -29,3°C), балл	0,5	0,5	1,0
Поражаемость сорта паршой в годы максимального развития болезни, балл	0,5	0,5	0,5
Возраст вступления в пору плодоношения	3	4	2
Средний урожай, кг/дер.	20,0	22,0	28,0
Средняя урожайность, т/га	25,0	25,5	35,0
Средняя масса плода, г	170	175	180
Привлекательность внешнего вида, балл	4,0	4,0	4,2
Дегустационная оценка свежих плодов, балл	4,0	4,0	4,2
Характер вкуса	кисло-сладкий	кисло-сладкий	кисло-сладкий
Длительность хранения плодов, дней	150	150	30
Срок созревания	поздний	поздний	средний

Таблица 2 – Основные хозяйственно-биологические показатели сортов вишни селекции ВНИИСПК

Показатель	Сорт		
	Ливенская	Ровесница	Тургеневка
Зимостойкость (подмерзание в критическую зиму -29,3 °C), балл	1,0	1,0	1,0
Поражаемость сорта коккомикозом в годы максимального развития болезни, балл	3,0	3,0	3,0
Поражаемость сорта монилиальным ожогом в годы максимального развития болезни, балл	3,0	3,0	3,0
Возраст вступления в пору плодоношения	3	4	3
Средний урожай, кг/дер.	30,0	33,0	18,0
Средняя урожайность, т/га	20,0	22,0	12,0
Средняя масса плода, г	4,9	3,8	4,3
Дегустационная оценка плодов, балл	4,6	4,8	4,7
Характер вкуса	кисло-сладкий	кисло-сладкий	кисло-сладкий
Срок созревания	средний	средний	средний

Таблица 3 – Основные хозяйственно-биологические показатели сортов смородины селекции ВНИИСПК

Показатели	Смородина черная		Смородина красная	
	Лентяй	Орловия	Баяна	Дана
Повреждаемость сорта галловой тлей, балл	–	–	0	1
Поражаемость сорта почковым клещом, балл	1	1	–	–
Поражаемость сорта мучнистой росой, балл	0	0	0	0
Степень плодоношения, балл	4	4	5	5
Средний урожай кг/куста	1,4	1,2	2,1	2,4
Продуктивность, т/га	7,9	6,8	12,0	13,7
Средняя масса ягоды, г	1,22	1,41	0,74	0,85
Дегустационная оценка, балл	4,0	3,0	4,6	4,3

Заключение

В рамках международного сотрудничества коллекции генетических ресурсов плодовых и ягодных культур РУП «Институт плодородства» пополнены 97 образцами (яблоня, груша, вишня, черешня, смородина) селекции ВНИИСПК, которые изучаются по комплексу хозяйственно-биологических признаков.

По результатам проведенного сортоизучения, в разные годы в гибридизацию были вовлечены 27 сортов и гибридов плодовых и ягодных культур селекции ВНИИСПК, в том числе яблони – 7 сортов, груши – 6, вишни – 3, смородины черной – 11 сортов. Опылено более 41 тыс. цветков, изучено более 3,9 тыс. селекционных сеянцев.

В результате проведенных многолетних исследований, в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений Республики Беларусь включены 3 сорта яблони (Имрус, Синап орловский, Юбилар), 3 – вишни (Ровесница, Тургеневка, Ливенская), 2 – смородины черной (Лентяй, Орловия) и 2 сорта смородины красной (Баяна, Дана).

РУП «Институт плодородства» переданы 12 сортов плодовых и 9 – ягодных культур белорусской селекции для научно-исследовательской работы в условиях Орловской области Российской Федерации.

Таким образом, сотрудничество с отечественными и зарубежными научно-исследовательскими учреждениями, учеными, изучение их достижений в области селекции и сортоизучения плодовых и ягодных культур, обмен генетическими ресурсами способствует ускорению селекционной работы и увеличению эффективности и качества научных исследований в целом.

Финансирование

Исследование не получало внешнего финансирования.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Заремук Р.Ш. Оптимизация современного сортимента садовых культур и винограда на основе сортов местной селекции // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2018. 14. 13-17. <https://elibrary.ru/ywtpso>
2. Козловская З.А., Фролова Л.В., Таранов А.А., Якимович О.А., Полубятко И.Г. Мобилизация генетических ресурсов плодовых, ягодных и орехоплодных культур в Беларуси // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. 182, 3. 20-29. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-3-20-29>
3. Алибеков Т.Б. Мобилизация и использование генетических ресурсов плодовых Дагестана для решения важнейших задач садоводства республики // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2014. 27. 30-41. <https://elibrary.ru/qhbcov>
4. Куликов И.М. Казаков О.Г. Роль генетических ресурсов плодовых и ягодных культур в формировании современного сортимента // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. 34, 1. 428-438. <https://elibrary.ru/pabezt>
5. Меженский В.Н. Роль коллекции генетических ресурсов нетрадиционных плодовых культур Артемовской опытной станции питомниководства в создании новых сортов // Плодоводство и ягодоводство России. 2009. 21. 224-232. <https://elibrary.ru/kxwnin>
6. Асадулаев З.М. Анатов Д.М. Изучение генетических ресурсов плодовых культур и разработка технологии их ускоренного размножения в горном Дагестане // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. 59. 258-265. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-59-258-265>

7. Козловская З.А., Таранов А.А., Якимович О.А., Васильева М.Н., Рудницкая Н.Л., Кондратенко Ю.Г., Ярмолич С.А., Леонович И.С., Устинов В.Н., Фролова Л.В., Шалкевич М.С., Андрушкевич Т.М., Клакоцкая Н.В., Мурашкевич Л.А. Методика по сбору и сохранению в живом виде коллекций плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда // Плодоводство. 2017. 29. 190-201. <https://elibrary.ru/yrsrqt>
8. Козловская З.А., Ярмолич С.А., Якимович О.А., Гашенко Т.А., Кондратенко Ю.Г., Таранов А.А., Васеха В.В., Васильева М.Н., Матвеев В.А., Полубятко И.Г., Рудницкая Н.Л., Устинов В.Н. Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда. Минск: Беларуская навука, 2019. 249. <https://elibrary.ru/rdecye>
9. 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. <https://elibrary.ru/yhappn>
10. Джигадло Е.Н. Колесникова А.Ф., Еремин Г.В., Морозова Т.В., Дебискаева С.Ю., Каньшина М.В., Медведева Н.И., Симагин В.С. Косточковые культуры. // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Седова Е.Н., Огольцовой Т.П. Орел: ВНИИСПК, 1999. С.300-351. <https://elibrary.ru/yhaqhp>
11. 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. <https://elibrary.ru/yhappx>
12. Васеха В.В. Сорты плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда, включенные в государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений и находящиеся на испытании в Государственной инспекции по испытанию и охране сортов растений. Самохваловичи: РУП «Институт плодоводства», 2025. 32. http://www.belsad.by/site/images/2025/reestr_2025.pdf

References

1. Zaremuks, R.Sh. (2018). Optimization of modern assortment of garden crops and grapes using varieties of local breeding. *Scientific Works of the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, and Winemaking*, 14, 13-17. <https://elibrary.ru/ywtpso>. (In Russian, English abstract).
2. Kozlovskaya, Z.A., Frolova, L.V., Taranov, A.A., Yakimovich, O.A., & Polubyatko, I.G. (2021). Mobilization of fruit, small fruit and nut crop genetic resources in Belarus. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 182(3), 20-29. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-3-20-29>. (In Russian, English abstract).
3. Alibekov, T.B. (2014). Mobilization and using of fruit's genetic resources of Dagestan for the solution of the major tasks of republic gardening. *Horticulture and Viticulture of the South of Russia*, 27, 30-41. <https://elibrary.ru/qhbcov>. (In Russian, English abstract).
4. Kulikov, I.M., & Kazakov, O.G. (2012). The role of genetic resources of fruit and berry crops in the formation of a modern assortment. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*, 34(1), 428-438. <https://elibrary.ru/pabezt>. (In Russian).
5. Mezhen'sky, V.N. (2009). The role of the collection of genetic resources of non-traditional fruit crops of the Artemovsk experimental nursery station in the creation of new varieties. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*, 21, 224-232. <https://elibrary.ru/kxwnin>. (In Russian).
6. Asadulaev, Z.M., & Anatov, D.M. (2019). The study of the genetic resources of fruit crops and the development of technology of the accelerated reproduction in the mountain Dagestan.

- Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*, 59, 258-265. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-59-258-265>. (In Russian, English abstract).
7. Kazlouskaya, Z.A., Taranov, A.A., Yakimovich, O.A., Vasilyeva, M.N., Rudnitskaya, N.L., Kondratenok, Y.G., Yarmolich, S.A., Leonovich, I.S., Ustinov, V.N., Frolova, L.V., Shalkevich, M.S., Andrushkevich, T.M., Klakotskaya, N.V., & Murashkevich, L.A. (2017). Methodology for collecting and preserving in live condition of collections of fruit and berry crops, nut crops and grapes. *Fruit Growing*, 29, 190-201. <https://elibrary.ru/yrsrqt>.
 8. Kozlovskaya, Z.A., Yarmolich, S.A., Yakimovich, O.A., Gashenko, T.A., Kondratenok, Y.G., Taranov, A.A., Vaseha, V.V., Vasilyeva, M.N., Matveev, V.A., Polubyatko, I.G., Rudnitskaya, N.L., & Ustinov, V.N. (2019). *Genetic Foundations and Methods of Breeding Fruit Crops and Grapes*. Belarusian Science. <https://elibrary.ru/rdecye>. (In Russian).
 9. 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). VNIISPK. <https://elibrary.ru/yhappn>. (In Russian).
 10. Dzhigadlo, E.N., Kolesnikova, A.F., Eremin, G.V., Morozova, T.V., Debiskaeva, S.Y., Kanshina, M.V., Kanshina, M.V., Medvedeva, N.I., & Simagin, V.S. (1999). Stone fruit crops. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and Methods of Variety Investigation of Fruit, Berry and Nut Crops* (pp. 300-351). VNIISPK. <https://elibrary.ru/yhaqhp>. (In Russian).
 11. 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). VNIISPK. <https://elibrary.ru/yhappx>. (In Russian).
 12. Vasekha, V.V. (2025). *Varieties of Fruit, Berry, Nut Crops and Grapes Included in the State Register of Agricultural Plant Varieties and Undergoing Testing at the State Inspectorate for Testing and Protection of Plant Varieties*. Institute for Fruit Growing. http://www.belsad.by/site/images/2025/reestr_2025.pdf. (In Russian).

Авторы:

Александр Александрович Таранов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор РУП «Институт плодородства», director@belsad.by

Илья Геннадьевич Полубятко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела селекции плодовых культур РУП «Институт плодородства», slonimskij@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-7847-3965
SPIN: 4937-3116

Людмила Владимировна Фролова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела ягодных культур РУП «Институт плодородства», fralova_lv@mail.ru
SPIN: 7565-8481

Authors:

Aleksandr A. Taranov, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, Director of the Republican Unitary Enterprise «Institute of Fruit Growing», director@belsad.by

Ilya G. Polubyatko, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Fruit Crop Breeding Department, Republican Unitary Enterprise «Institute of Fruit Growing», slonimskij@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-7847-3965


SPIN: 4937-3116

Lyudmila V. Frolova, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher,
Berry Crop Department, Republican Unitary Enterprise «Institute of Fruit Growing»,
fralova_lv@mail.ru
SPIN: 7565-8481

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 574.12/01

Сравнительный анализ показателей урожайности и стабильности плодоношения яблони

Е.В. Ульяновская¹ , С.Н. Щеглов², Т.В. Богданович¹

¹ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», 350901, ул. им. 40-летия Победы, 39, г. Краснодар, Россия, kubansad@kubannet.ru

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», 350040, ул. Ставропольская, 149, г. Краснодар, Россия, rector@kubsu.ru

Аннотация

Для интенсивного садоводства Северного Кавказа необходимы высокоурожайные, адаптивные сорта яблони (*Malus × domestica* Borkh.), реализующие потенциал продуктивности в изменяющихся, зачастую стрессовых условиях возделывания. Цель исследований – определить с помощью метода дисперсионного анализа влияние различных факторов (условий года, генотипа, срока созревания, плоидности, генетического происхождения) на урожайность и стабильность плодоношения устойчивых к парше (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter) гибридов и сортов яблони (*Malus × domestica* Borkh.), созданных в научном учреждении; выделить наиболее ценные для селекции и промышленного использования. Исследования выполнены в ЦКП «Исследовательско-селекционная коллекция генетических ресурсов садовых культур» ФГБНУ СКФНЦСВВ в 2017...2024 гг. согласно программам и методам селекции и сортоизучения плодовых растений, с использованием статистических методов. Дана оценка урожайности и стабильности плодоношения 34 сортов и гибридов селекции СКФНЦСВВ совместно с ВНИИСПК в период полного плодоношения в Прикубанской зоне Северо-Кавказского региона садоводства. Определены средние значения суммарной урожайности (179,40 т/га), средней (22,43 т/га), максимальной (37,35 т/га), стандартного отклонения (10,31 т/га). Наиболее высокие показатели урожайности выявлены в группе осенних и зимних сортов: средней урожайности (25,49...31,07 т/га) и суммарной (203,89...248,55 т/га) – Джин, Любимое Дутовой, Аланское, Экзотика, 12/2-21-4, 12/1-21-11, 12/2-20-23, 12/3-20-36; максимальной – Джин, Экзотика, Анита и Любимое Дутовой (46,65...55,98 т/га). Установлено, что факторы «срок созревания» и «плоидность» генотипа вносят небольшой (2,6%), но статистически достоверный вклад в изменчивость урожайности. Влияние на урожайность фактора «генотип» (8,1%) в 2,75 раза ниже, чем фактора «условия года» (21,9%). Существенного влияния фактора «происхождение» на урожайность не выявлено. По данным дисперсионного анализа выделены перспективные для селекции и производства, урожайные сорта и гибриды яблони, с высокой стабильностью плодоношения: Любимое Дутовой, Марго, Аланское, 12/2-20-23.

Ключевые слова: яблоня, *Malus × domestica* Borkh., сорт, гибрид, признак, урожайность, стабильность плодоношения, устойчивость к парше, *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter

Comparative analysis of indicators of yield and stability of apple tree fruit bearing

E.V. Ulyanovskaya¹ , S.N. Shcheglov², T.V. Bogdanovich¹

¹North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 40 Let Pobedy street., 39, Krasnodar, Russian Federation, 350901, kubansad@kubannet.ru

²Kuban State University, Stavropolskaya Street, 149, Krasnodar, Russian Federation, 350040, rector@kubsu.ru

Abstract

Intensive horticulture in the North Caucasus requires high-yielding, adaptable apple varieties (*Malus × domestica* Borkh.) that can realize their productivity potential under changing, often stressful, growing conditions. The aim of the research is to determine, using the analysis of variance method, the influence of various factors (year conditions, genotype, ripening period, ploidy, genetic origin) on the yield and stability of fruiting of scab-resistant (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter) hybrids and varieties of *Malus × domestica* Borkh., created in a scientific institution; to identify the most valuable for breeding and industrial use. The studies were carried out at the Research and Selection Collection of Genetic Resources of Horticultural Crops Center of the North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making (SKFNCSVV) in 2017–2024 in accordance with the programs and methods of selection and variety study of fruit plants (1999, 2013), using statistical methods (1990, 2017). An assessment of the yield and stability of fruiting of 34 varieties and hybrids bred by the SKFNCSVV in conjunction with the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK) during the period of full fruiting in the Prikuban zone of the North Caucasus horticultural region was given. The average values of total yield (179.40 t/ha), mean (22.43 t/ha), maximum (37.35 t/ha), and standard deviation (10.31 t/ha) were determined. The highest yield indicators were found in the group of autumn and winter varieties: average yield (25.49–31.07 t/ha) and total (203.89–248.55 t/ha) – Dzhin, Lyubimoe Dutovoy, Alanskoe, Exotica, 12/2-21-4, 12/1-21-11, 12/2-20-23, 12/3-20-36; maximum – Dzhin, Exotica, Anita and Lyubimoe Dutovoy (46.65–55.98 t/ha). It was established that the factors “ripening period” and “ploidy” of the genotype make a small (2.6%), but statistically significant contribution to the variability of yield. The influence of the “genotype” factor (8.1%) on yield is 2.75 times lower than that of the “year conditions” factor (21.9%). No significant influence of the “origin” factor on yield was found. Based on the analysis of variance, promising, productive apple varieties and hybrids with high fruiting stability were identified for selection and production: Lyubimoe Dutovoy, Margo, Alanskoe, 12/2-20-23.

Key words: apple tree, *Malus × domestica* Borkh., variety, hybrid, trait, yield, stability of fruiting, resistance to scab, *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter

Введение

Яблоня (*Malus × domestica* Borkh.) – важнейшая, высокорентабельная плодовая культура, достаточно адаптивная, урожайная и скороплодная, широко востребованная населением, распространенная и популярная в отрасли садоводства в мире, в России, в том числе в регионе Северного Кавказа (Brown, 2012; Макаренко, 2019; Козловская и др., 2020а; Козловская и др., 2020b; Егоров и др., 2020; Калинина и др., 2020; Sestras, Sestras, 2023; Чепинога, 2023).

Краснодарский край следует отнести к одним из лидеров по значительным объемам выращивания плодовой продукции высокого качества данной культуры. Насаждения яблони занимают от 60 до 90% площадей плодовых культур в различных зонах садоводства края. Как и большинство широко возделываемых сельскохозяйственных культур яблоня имеет значительный по объему и разнообразный по качеству и количеству получаемой продукции

сортимент. Однако, существующий региональный сортимент, насчитывающий в настоящее время 165 сортов (https://gossortrf.ru/registry/...&set_filter=Y), несмотря на свою обширность, имеет ряд существенных недостатков, к которым следует отнести: недостаточную адаптивность к изменяющимся, усиливающимся стрессорным условиям окружающей среды, недостаточно высокие показатели засухо-, жаростойкости, устойчивости к весенним заморозкам и к основным грибным патогенам культуры, в частности к парше (Егоров и др., 2024). Все эти факторы могут негативно отразиться на регулярности плодоношения, существенно снизить количество и качество получаемой плодовой продукции. Кроме того, стабильное увеличение кратности обработок насаждений яблони средствами химзащиты ведет к ослаблению плодового растения, возникновению устойчивых рас патогена, загрязнению окружающей среды и продукции плодового хозяйства, увеличению себестоимости полученной продукции, что актуализирует необходимость создания иммунных к заболеваниям сортов и форм (Егоров и др., 2024; Седов и др., 2021b; Zelmene et al., 2022; Савельева и др., 2019 Saveleva, Zemisov, 2022).

В настоящее время к одному из важнейших приоритетов в мире по совершенствованию сортового состава яблони следует отнести селекцию на совмещение признаков повышенной адаптивности, устойчивости и толерантности к абио- и биопатогенам с высокими коммерческими характеристиками плодов. По данным ряда авторов сорта отечественной селекции нередко превосходят интродуцированные по адаптивности, пластичности, устойчивости к неблагоприятным, стрессовым абиотическим и биотическим факторам региона возделывания (Седов и др., 2021a; Челебиев, 2021; Халилов и др., 2021; Седов и др., 2023; Челебиев и др., 2023). Кроме того, безусловно, основой создания современных биологизированных систем в отрасли садоводства следует считать высокоадаптированный сортимент плодовых растений с устойчивой продуктивностью, в полной мере отвечающий современным требованиям экологичности, охраны и безопасности окружающей среды в сочетании с экономической эффективностью и целесообразностью (Сатибалов, Нагудова, 2020; Егоров и др., 2021).

Несмотря на то, что задачи повышения качества получаемой плодовой продукции новых сортов и их устойчивости к неблагоприятным факторам среды выходят на первый план (Егоров и др., 2024; Сатибалов, Нагудова, 2020; Алехина и др., 2013), по-прежнему актуально создание сортов с высокой урожайностью и стабильностью плодоношения (Красова и др., 2022; Галашева и др., 2023). В этой связи современные сорта яблони, наряду с улучшенными качественными показателями плодов, иммунитетом или высокой устойчивостью к парше, повышенной засухо- и морозоустойчивостью, должны обладать высокой регулярной урожайностью.

Цель исследований – определить с помощью метода дисперсионного анализа влияние различных факторов (условий года, генотипа, срока созревания, плоидности, генетического происхождения) на урожайность и стабильность плодоношения устойчивых к парше (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter) гибридов и сортов яблони (*Malus* × *domestica* Borkh.), созданных в научном учреждении; выделить наиболее ценные для селекции и промышленного использования.

Материалы и методы

Исследования проводили в ЦКП «Исследовательско-селекционная коллекция генетических ресурсов садовых культур» ФГБНУ СКФНЦСВВ с 2017 по 2024 гг. В полевых условиях выполнена оценка урожайности и стабильности плодоношения у сортов: Азимут, Анита, Веста, Гранатовое, Любимое Дутовой, Марго, Нартовское, Орфей, Памяти Евдокимова, Персиковое, Эльф (2n = 2x); Джин, Союз (2n = 3x) и гибридных форм яблони:

Кокетка (элита), Аланское (элита), 12/1-20-16, 12/1-20-34, 12/1-21-6, 12/1-21-11, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/1-21-77, 12/2-20-19, 12/2-20-23, 12/2-21-15, 12/2-21-59, 12/2-21-72, 12/3-20-8, 12/3-20-36, 12/3-21-8, 12/3-21-28 ($2n = 2x$); Экзотика (элита), 12/1-21-79, 12/2-21-4 ($2n = 3x$), имеющих различие по сроку созревания, плоидности, происхождению и находящихся в периоде полного плодоношения. Сад яблони 2004 года посадки на подвое М9 без орошения по схеме 5,0 × 1,5 м, расположенный в г. Краснодаре, в опытном хозяйстве АО ОПХ «Центральное».

В качестве объектов исследования взяты 34 гибрида и сорта селекции СКФНЦСВВ совместно с ВНИИСПК из 11 различных гибридных семей яблони, из них: 4 образца – с устойчивостью к парше из семей: Кубань спур × Кальвиль снежный, Роял Ред Делишес × 13-83-88 (Антоновка плоская × Несравненное); 30 – с иммунитетом к парше (наличие гена *Rvi6*) из семей: Айдаред × Балсгард 0247 Е, Блек Стейман × Прима, Голден Делишес 4х × OR18T13, Голден Делишес 4х × 2034 (F2 *M. floribunda* × Голден Делишес), Делишес × Балсгард 0247 Е, Корей × Прима, Мелба × (*M. floribunda* × Ренет Симиренко), Редфри × Папировка 4х, Старк Джон Граймс × Прима.

В исследовательской работе использованы общепринятые программы и методики по селекции и сортоизучению яблони (Алехина и др., 2013; Седов и др., 1999).

Для оценки изменчивости исследуемых признаков и доказательства нормальности распределения был применен дисперсионный анализ, для корректного построения однородных групп – иерархический кластерный анализ методом Уорда и t-критерия Стьюдента (Eszergar-Kiss, Caesar., 2017; Лакин, 1990). Статистическая обработка проведена на основе интегрированной системы StatSoft Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение

Изучению урожайности как важнейшего показателя сортов яблони посвящены работы многих авторов (Козловская и др., 2020а; Козловская и др., 2020b; Челебиев, 2021; Седов и др., 2023; Красова и др., 2022; Галашева и др., 2023), и нередко высокий потенциал продуктивности отечественного сорта в районе создания обусловлен повышенной адаптивностью его к условиям региона (Шидаков и др., 2022). Оценка образцов генофонда открывает большие возможности для привлечения его в селекцию, при этом использование выделенных доноров и источников серьезно сокращает длительность селекционного процесса (Sedov et al., 2017).

К факторам, влияющим на урожайность, следует отнести такие, как: условия года, биологические особенности сорта, возраст растения, подвой, уровень сортовой агротехники и т.д.

Для выявления лучших образцов по урожайности и стабильности плодоношения нами исследовано влияние различных факторов (условия года, генотип, срок созревания, плоидность, генетическое происхождение) на многолетние показатели урожайности (2017...2024 гг.) в период полного плодоношения (в возрасте с 13 по 20 год) 13 сортов и 21 гибридной формы яблони с помощью метода дисперсионного анализа.

Стояла задача оценить влияние на урожайность (среднюю, суммарную, максимальную): условий года, генотипа, срока созревания, плоидности, генетического происхождения. А также оценить влияние на стабильность плодоношения вышеперечисленных факторов: условий года, генотипа, срока созревания, плоидности, генетического происхождения, выделив группы, имеющие стабильно высокую урожайность и стабильно низкую урожайность в период исследования. Для дальнейшего селекционного использования планировали выделить лучшие образцы по урожайности – основному хозяйственному

признаку и лучшие по стабильности плодоношения, а также наиболее ценные – лучшие по урожайности и по стабильности плодоношения.

Согласно полученным данным статистического анализа такие факторы, как срок созревания и плоидность генотипа вносят небольшой (по 2,6%), но статистически достоверный вклад в изменчивость урожайности яблони. Известно, что в целом летняя группа сортов яблони имеет плоды меньшего размера и массы, а также более низкие показатели урожайности в сравнении с сортами осеннего и зимнего срока созревания (Алехина и др., 2013). Кроме того, триплоидные сорта яблони нередко превосходят диплоиды по массе плодов, регулярности плодоношения (Sedov et al., 2017), а также зачастую обладают повышенной засухоустойчивостью, что в изменяющихся, усиливающихся по стрессорности погодных условиях летнего периода на юге России ведет к получению более высоких и качественных урожаев.

Влияние на урожайность генотипа яблони (8,1%) оказалось в 2,75 раза ниже, чем влияние условий года плодоношения (21,9%). Существенного влияния фактора «происхождение» сортов и гибридных форм яблони на урожайность не выявлено, что, возможно, обусловлено необходимостью проведения дополнительных исследований с увеличением выборки исследуемых сортов (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты дисперсионного анализа урожайности в период полного плодоношения 34 сортов и гибридов яблони (2017...2024 гг.)

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между сроками созревания	2	413,79	3,4	3,22	2,6
Остаточная	269	122,10	-	122,10	97,4
Между формами	33	194,90	1,7	10,06	8,1
Остаточная	238	114,40	-	114,40	91,9
Между годами	7	1048,40	10,5	27,90	21,9
Остаточная	264	99,7	-	99,70	78,1
Между плоидностью	1	574,00	4,7	3,32	2,6
Остаточная	270	122,58	-	122,58	97,4

Для разделения образцов яблони по продуктивности и ее стабильности далее была использована сумма разностей урожайности за все годы наблюдений (2017...2024 гг.) как мера продуктивности и стандартное отклонение урожайности каждого образца как мера стабильности. На рисунке 1 показан график урожайности яблони по этим двум характеристикам. Для разделения использованы средние значения суммы разностей урожайности (40,55) и среднее стандартное отклонение (10,31).

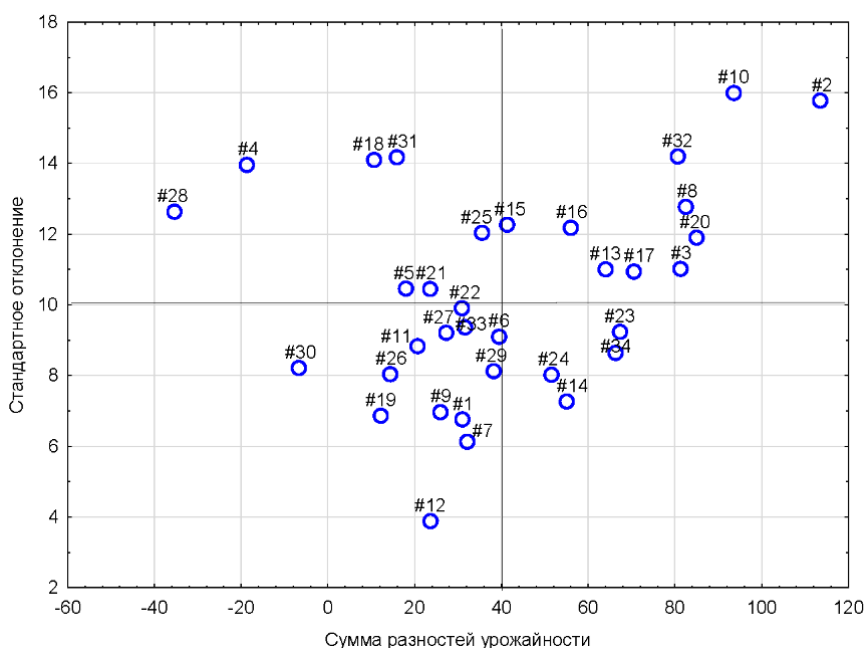
Разделение изученных образцов яблони по урожайности и стабильности плодоношения представлено на рисунке 1. Видно, что выделяется четыре квадранта.

В левый нижний квадрант вошли формы (13 образцов) со стабильно небольшой прибавкой урожайности: Персиковое, Любимое Дутовой, Марго, 12/3-21-8, 12/1-21-67, Эльф, Гранатовое, 12/1-21-74, 12/2-21-15, Памяти Евдокимова, Веста, Союз, 12/1-20-16.

В левый верхний квадрант вошли формы (6 образцов) с нестабильно небольшой прибавкой урожайности: 12/1-20-34, 12/3-20-8, 12/2-21-4, 12/1-21-77, Анита, 12/1-21-79, 12/3-21-28.

В правом верхнем квадранте 10 форм с нестабильно большой прибавкой урожайности: Экзотика, Кокетка, 12/2-21-59, Джин, 12/2-21-72, Нартовское, 12/1-21-11, 12/2-20-19, 12/1-21-6, 12/3-20-36.

В правом нижнем квадранте оказалось только 4 из 34 изученных генотипов со стабильной большой прибавкой урожайности: Аланское, 12/2-20-23, Орфей, Азимут.



1 – Веста, 2 – Кокетка, 3 – Нартовское, 4 – 12/3-20-8, 5 – 12/1-21-79, 6 – 12/3-21-8, 7 – Союз, 8 – Джин, 9 – Памяти Евдокимова, 10 – Экзотика, 11 – Эльф, 12 – 12/1-20-16, 13 – 12/2-20-19, 14 – 12/2-20-23, 15 – 12/3-20-36, 16 – 12/1-21-6, 17 – 12/1-21-11, 18 – 12/2-21-4, 19 – 12/2-21-15, 20 – 12/2-21-72, 21 – 12/3-21-28, 22 – Персиковое, 23 – Азимут, 24 – Аланское, 25 – Анита, 26 – Гранатовое, 27 – Любимое Дутовой, 28 – 12/1-20-34, 29 – 12/1-21-67, 30 – 12/1-21-74, 31 – 12/1-21-77, 32 – 12/2-21-59, 33 – Марго, 34 – Орфей

Рисунок 1 – Разделение изученных образцов яблони по урожайности и ее стабильности

Далее для оценки продуктивности и ее стабильности был проведен расчет средней, максимальной, суммарной урожайности и стандартного отклонения урожайности (таблица 2).

Выявлены средние значения по выборке средней урожайности (22,43 т/га), максимальной урожайности (37,35 т/га), суммарной урожайности (179,40 т/га), стандартного отклонения (10,31 т/га).

Среди летних сортов триплоиды 12/1-21-79 и Союз были с более высокими показателями средней (21,66...22,12 т/га) и суммарной урожайности (173,31...176,87 т/га). Максимум по показателю «урожайность» среди образцов летнего срока созревания – у элитной формы Кокетка (43,3 т/га).

В группе осеннего срока созревания выделены триплоиды: Джин, Экзотика, 12/2-21-4 и диплоиды: 12/1-21-11, 12/2-20-23, 12/3-20-36 с высокой средней урожайностью (25,49...31,07 т/га) и суммарной урожайностью (203,89...248,55 т/га). С максимальной урожайностью в этой группе сорт Джин (47,99 т/га) и элита Экзотика (55,98 т/га), в группе зимнего срока созревания – Анита и Любимое Дутовой (46,65 т/га). Высокие показатели средней урожайности (29,20...29,57 т/га) и суммарной (233,61...236,54 т/га) среди зимних сортов и гибридов у Любимое Дутовой и Аланское (таблица 2).

Согласно данным дисперсионного анализа к наиболее перспективным, по нашему мнению, следует отнести сорта и гибридные формы яблони со значениями урожайности выше среднего (наиболее продуктивные) и значениями стандартного отклонения ниже

среднего, обладающие стабильно низкой изменчивостью урожайности, которые можно выделить как имеющие наиболее высокую стабильность плодоношения.

Таблица 2 – Интегральные характеристики урожайности яблони (т/га)

Сорт, гибрид	Средняя урожайность	Максимальная урожайность	Суммарная урожайность	Стандартное отклонение
летние				
12/1-21-79 (2n = 3x)	22,12	39,30	176,97	10,46
Союз (2n = 3x)	21,66	30,10	173,31	6,13
12/3-20-8	19,33	39,99	154,60	13,97
Веста	19,20	27,32	153,63	6,76
Нартовское	19,11	40,99	152,90	11,02
Кокетка	18,21	43,30	145,69	15,78
12/3-21-8	17,22	31,99	137,78	9,10
осенние				
Джин (2n = 3x)	31,07	47,99	248,55	12,77
Экзотика (2n = 3x)	28,88	55,98	231,05	15,99
12/1-21-11	28,23	39,90	225,84	10,94
12/2-21-4 (2n = 3x)	25,88	46,66	207,07	14,11
12/2-20-23	25,54	37,70	204,31	7,27
12/3-20-36	25,49	39,99	203,89	12,27
Эльф	23,16	37,32	185,24	8,83
Персиковое	22,89	32,11	183,10	9,91
12/1-21-6	22,83	42,20	182,61	12,18
12/2-20-19	19,96	35,55	159,71	11,01
12/2-21-72	19,43	38,30	155,43	11,90
12/3-21-28	18,69	31,33	149,52	10,45
12/2-21-15	16,73	23,99	133,85	6,87
Памяти Евдокимова	16,00	23,99	128,03	6,97
12/1-20-16	8,49	14,44	67,92	3,88
зимние				
Любимое Дутовой	29,57	46,65	236,54	9,21
Аланское	29,20	39,90	233,61	8,03
12/2-21-59	28,28	45,32	226,21	14,20
Анита	27,83	46,65	222,63	12,04
12/1-21-67	26,94	34,66	215,50	8,12
Орфей	25,95	36,60	207,57	8,64
Марго	24,20	42,66	193,62	9,36
12/1-20-34	22,92	37,32	183,33	12,63
12/1-21-77	20,83	39,99	166,61	14,17
Гранатовое	20,58	31,66	164,60	8,04
Азимут	19,97	33,33	159,76	9,24
12/1-21-74	16,09	34,66	128,68	8,21

С учетом этих требований были выделены 4 образца из 34 изученных – новые отечественные сорта: Любимое Дутовой, Марго и элитные формы: Аланское (из гибридной семьи Голден Делишес 4x × 2034 (F2 *M. floribunda* × Голден Делишес)), 12/2-20-23 (из гибридной семьи Корей × Прима) (рисунок 2).

Известно, что повышенная адаптивность к биотическим и абиотическим стрессорам позволяет повысить урожайность и экономическую эффективность в различных климатических условиях (Мережко, Панова, 2019). Примечательно, что согласно

полученным нами данным среди выделенных четырех образцов, три обладают иммунитетом к парше: Марго, Аланское, 12/2-20-23, что особенно перспективно в селекции на комплекс признаков: стабильность плодоношения, урожайность в сочетании с иммунитетом к парше.



Аланское



12/2-20-23

Рисунок 2 – Элитные формы яблони, выделенные по урожайности и стабильности плодоношения по данным дисперсионного анализа

В соответствии с применяемым алгоритмом сортовой оценки по признакам «урожайность» и «стабильность плодоношения» с использованием метода статистического анализа к нестабильно урожайным (урожайность выше средней, стандартное отклонение ниже средней) нами были отнесены 6 образцов: Джин, Экзотика, 12/3-20-36, 12/1-21-6, 12/1-21-11, 12/2-21-4 и 3 формы со стабильно низким показателем урожайности за годы исследования: Гранатовое, 12/2-21-15, 12/2-21-59.

Заключение

Согласно полученным данным статистического анализа установлено, что факторы «срок созревания» и «плоидность» генотипа вносят небольшой (по 2,6%), но статистически достоверный вклад в изменчивость урожайности яблони. Влияние на урожайность яблони фактора «генотип» (8,1%) в 2,75 раза ниже, чем влияние фактора «условия года» (21,9%). Существенного влияния фактора «происхождение» на урожайность яблони не выявлено.

В изученной выборке из 34 образцов яблони за 8 лет полного плодоношения выявлены средние значения суммарной урожайности (179,40 т/га), средней урожайности (22,43 т/га), максимальной урожайности (37,35 т/га), стандартного отклонения (10,31 т/га). Наиболее высокие показатели урожайности выявлены в группе осенних и зимних сортов: средней урожайности (25,49...31,07 т/га) и суммарной (203,89...248,55 т/га) у генотипов: Джин, Любимое Дутовой, Аланское, Экзотика, 12/2-21-4, 12/1-21-11, 12/2-20-23, 12/3-20-36; максимальной – Джин, Экзотика, Анита и Любимое Дутовой (46,65...55,98 т/га).

По результатам дисперсионного анализа выделены наиболее урожайные, с высокой стабильностью плодоношения, перспективные для селекции и производства сорта и гибриды: Любимое Дутовой, Марго, Аланское, 12/2-20-23.

Финансирование

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 0498-2022-0001 ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Funding

The research was part of State Assignment No 0498-2022-0001 FSBSI NCF SCHVW.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Алехина Е.М., Алибеков Т.Б., Артюх С.Н., Балапанов И.М., Богатырева С.В., Братухина Е.В., Гасанова Т.А., Гореликова О.А., Гугучкина Т.И., Гутиева Н.М., Доля Ю.А., Драгавцева И.А., Егоров Е.А., Еремин В.Г., Еремин Г.В., Еремина О.В., Ермоленко В.Г., Ефимова И.Л., Заремук Р.Ш., Ильина И.А., Ильницкая Е.Т., Инденко И.Ф., Казахмедов Р.Э., Киселева Г.К., Кисилева Н.С., Ковалева Е.И., Козина С.В., Кочьян Г.А., Кулян Р.В., Лапшин В.И., Ларькина М.Д., Луговской А.П., Майстренко Л.А., Махно В.Г., Мищенко И.Г., Можар Н.В., Мохно В.С., Ненько Н.И., Никольский М.А., Нудьга Т.А., Омаров М.Д., Пащенко О.И., Петров В.С., Подорожный В.Н., Причко Т.Г., Сафаров Р.М., Сундырева М.А., Супрун И.И., Сухоруких Ю.И., Тыщенко Е.Л., Ульяновская Е.В., Чепинога И.С., Шадрина Ж.А., Юрченко Е.Г., Яковенко В.В., Якуба Г.В., Якуба Ю.Ф. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. 202. <https://www.elibrary.ru/rrougp>
2. Галашева А.М., Седов Е.Н., Красова Н.Г., Лупин М.В. Новые сорта яблони в сортименте Центрально-Черноземного региона России // Аграрный научный журнал. 2023. 3. 15-20. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i3pp15-20>
3. Егоров Е.А., Ульяновская Е.В., Причко Т.Г., Ефимова И.Л., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А., Богданович Т.В. Сорта и подвои яблони селекции научного учреждения. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2024. 142. <https://www.elibrary.ru/hurkke>
4. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А. Методические подходы к биологизации интенсификационных процессов (на примере промышленного плодового садоводства) // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. 71. 1-22. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2021-5-71-1-22>
5. Егоров Е.А., Шадрина Ж.А., Кочьян Г.А., Куликов И.М., Борисова А.А. Роль селекционно-питомниководческих центров в инновационном развитии отрасли садоводства // Садоводство и виноградарство. 2020. 4. 49-57. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-4-49-57>
6. Калинина О.В., Бурменко Ю.В., Свистунова Н.Ю. Направления в современной селекции яблони (*Malus Mill.*) // Садоводство и виноградарство. 2020. 6. 5-11. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-6-5-11>
7. Козловская З.А., Ярмолич С.А., Гашенко Т.А., Марудо Г.М., Васеха В.В., Кондратенко Ю.Г. Сорт яблони Крапач – результат новой селекционной методологии // Плодоводство. 2020а. 32. 7-15. <https://www.elibrary.ru/igvpjc>
8. Козловская З.А., Ярмолич С.А., Гашенко Т.А., Марудо Г.М., Максименко М.Г. Новый сорт яблони Ранак // Плодоводство. 2020б. 32. 16-21. <https://www.elibrary.ru/ggjyyz>
9. Красова Н.Г., Ожерельева З.Е., Галашева А.М., Макаркина М.А., Лупин М.В. Оценка адаптивности и качества плодов сортов яблони для интенсивных садов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. 183, 4. 48-59. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-4-48-59>
10. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 252. <https://www.elibrary.ru/nrsjmf>
11. Макаренко С.А. Приоритетные направления селекции яблони для районов с суровыми климатическими условиями // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. 8. 28-35. <https://www.elibrary.ru/eycbqn>
12. Мережко О.Е., Панова М.А. Результаты селекции яблони для промышленного садоводства в условиях степной зоны Южного Урала // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2019. 4. 30. <https://www.elibrary.ru/vhsaje>

13. Савельева Н.Н., Юшков А.Н., Земисов А.С., Чивилев В.В., Лыжин А.С. Успехи селекции яблони в ФНЦ им. И.В. Мичурина. Роль сорта в современном садоводстве: материалы конференции. Воронеж: Кварта, 2019. 248-253. <https://www.elibrary.ru/hzygcj>
14. Сатибалов А.В., Нагудова Л.Х. Устойчивые к болезням сорта яблони и груши для производства экологически безопасной продукции // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы. Майкоп: Магарин ОГ, 2020. 612-615. <https://www.elibrary.ru/nimsqc>
15. Седов Е.Н., Корнеева С.А., Янчук Т.В. Роль отечественной селекции в совершенствовании сортимента яблони в России // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021а. 4. 17-19. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/4/17-19>
16. Седов Е.Н., Корнеева С.А., Янчук Т.В., Вепринцева М.В. Новые конкурентоспособные сорта яблони селекции ВНИИСПК для интенсивных промышленных садов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. 3. 12-17. <https://www.elibrary.ru/xkpxqm>
17. 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. Орел: ВНИИСПК, 1999. 253-300. <https://www.elibrary.ru/yhappn>
18. Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А. Лучшие сорта яблони, созданные во ВНИИСПК для современного садоводства // Современное садоводство. 2021б. 2. 1-13. <https://www.elibrary.ru/zhwcjp>
19. Халилов Э.С., Смыков А.В., Челебиев Э.Ф., Усков М.К. Степень морозостойкости генеративных почек перспективных селекционных форм яблони в условиях Предгорной зоны Крыма // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. 92. 183-189. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-92-183-189>
20. Челебиев Э.Ф. Комплексная оценка сортов и селекционных форм яблони в условиях Предгорной зоны Крыма // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. 93. 238-245. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-93-238-245>
21. Челебиев Э.Ф., Халилов Э.С., Усков М.К. Новые сорта яблони селекции Никитского ботанического сада // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2023. 26. 201-206. <https://www.elibrary.ru/xfexav>
22. Чепинога И.С. Предварительная селекция в генофонде яблони (*Malus* Mill.) Крымской ОСС филиала ВИР для органического садоводства // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. 105. 278-283. <https://www.elibrary.ru/dkyzif>
23. Шидаков Р.С., Шидакова А.С., Халилов Б.Х. Генотипическая взаимозависимость признаков и свойств при их наследовании гибридным потомством яблони // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022. 6. 62-66. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/6/62-66>
24. Brown S. Apple // Fruit breeding. Boston: Springer, 2012. 329-367. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0763-9_10
25. Eszergár-Kiss D., Caesar B. Definition of user groups applying Ward's method // Transportation Research Procedia. 2017. 22. 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.03.004>
26. Saveleva N., Zemisov A. Creation of apple varieties immune to scab as a basis for the development of eco-gardening // Innovative technologies in agriculture: conference proceedings. Orel: VNIISPK, 2022. 38. <https://www.elibrary.ru/ijymym>
27. Sedov E.N., Sedysheva G.A., Makarkina M.A., Serova Z.M. Development of triploid apple cultivars as a priority in selection // Russian journal of genetics: applied research. 2017. 7. 773-780. <https://doi.org/10.1134/S2079059717070073>

28. Sestras R.E., Sestras A.F. Quantitative traits of interest in apple breeding and their implications for selection // *Plants*. 2023. 12, 4. 903. <https://doi.org/10.3390/plants12040903>
29. Zelmene K., Kārklīņa K., Ikase L., Lācis G. Inheritance of Apple (*Malus × domestica* (L.) Borkh) resistance against apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.) in hybrid breeding material obtained by gene pyramiding // *Horticulturae*. 2022. 8, 9. 772. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8090772>

References

1. Alekhina, E.M., Alibekov, T.B., Artyuh, S.N., Balapanov, I.M., Bogatyreva, S.V., Bratuhina, E.V., Gasanova, T.A., Gorelikova, O.A., Guguchkina, T.I., Gutieva, N.M., Dolya, Yu.A., Dragavtseva, I.A., Egorov, E.A., Eremin, V.G., Eremin, G.V., Eremina, O.V., Ermolenko, V.G., Efimova, I.L., Zaremuk, R.Sh., Il'ina, I.A., Il'nitskaya, E.T., Indenko, I.F., Kazahmedov, R.E., Kiseleva, G.K., Kisileva, N.S., Kovaleva, E.I., Kozina, S.V., Koch'yan, G.A., Kulyan, R.V., Lapshin, V.I., Lar'kina, M.D., Lugovskoy, A.P., Maystrenko, L.A., Mahno, V.G., Mishchenko, I.G., Mozhar, N.V., Mohno, V.S., Nen'ko, N.I., Nikol'skiy, M.A., Nud'ga, T.A., Omarov, M.D., Pashchenko, O.I., Petrov, V.S., Podorozhniy, V.N., Prichko, T.G., Safarov, R.M., Sundyreva, M.A., Suprun, I.I., Suhorukih, Yu.I., Tyshchenko, E.L., Ul'yanovskaya, E.V., Chepinoga, I.S., Shadrina, Zh.A., Yurchenko, E.G., Yakovenko, V.V., Yakuba, G.V., & Yakuba, Yu.F. (2013). *Program of the North Caucasus Center for Breeding Fruit, Berry, Flower and Ornamental Crops and Grapes for the Period up to 2030*. SKZNIISiV. <https://www.elibrary.ru/rrougp>. (In Russian).
2. Galasheva, A.M., Sedov, E.N., Krasova, N.G., & Lupin, M.V. (2023). New varieties of apple trees in the assortment Central Black Earth Region of Russia. *The Agrarian Scientific Journal*, 3, 15-20. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i3pp15-20>. (In Russian, English abstract).
3. Egorov, E.A., Ulyanovskaya, E.V., Prichko, T.G., Efimova, I.L., Shadrina, Zh.A., Kochyan, G.A., & Bogdanovich, T.V. (2024). *Varieties and Rootstocks of Apple Trees Selected by a Scientific Institution*. SKFNTsSVV. <https://www.elibrary.ru/hurkke>. (In Russian, English abstract).
4. Egorov, E.A., Shadrina, Zh.A., & Kochyan, G.A. (2021). Methodological approaches towards the biologization of intensification processes (on the example of industrial fruit growing). *Fruit Growing and Viticulture in the South of Russia*, 71, 1-22. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2021-5-71-1-22>. (In Russian, English abstract).
5. Egorov, E.A., Shadrina, Zh.A., Kochyan, G.A., Kulikov, I.M., & Borisova, A.A. (2020). The role of breeding and nursery centers in the innovative development of the horticulture branch// *Horticulture and Viticulture*, 4, 49-57. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-4-49-57>. (In Russian, English abstract).
6. Kalinina, O.V., Burmenko, Yu.V., & Svistunova, N.Yu. (2020). Current trends in apple tree breeding (*Malus* Mill.). *Horticulture and Viticulture*, 6, 5-11. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-6-5-11>. (In Russian, English abstract).
7. Kozlovskaya, Z.A., Yarmolich, S.A., Gashenko, T.A., Marudo, G.M., Vasekha, V.V., & Kondratenok, Yu.G. (2020a). Apple cultivar 'Krapach' - the result of a new breeding methodology. *Fruit Growing*, 32, 7-15. <https://www.elibrary.ru/igvpjc>. (In Russian, English abstract).
8. Kozlovskaya, Z.A., Yarmolich, S.A., Gashenko, T.A., Marudo, G.M., & Maksimenko, M.G. (2020b). New apple cultivar Ranak. *Fruit Growing*, 32, 16-21. <https://www.elibrary.ru/ggjyyz>. (In Russian, English abstract).
9. Krasova, N.G., Ozherelieva, Z.E., Galasheva, A.M., Makarkina, M.A., & Lupin, M.V. (2022). Assessment of adaptability and fruit quality in new apple cultivars for intensive orchards. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 183(4), 48-59. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-4-48-59>. (In Russian, English abstract).

10. Lakin, G.F. (1990). *Biometrics*. Vysshaya shkola. <https://www.elibrary.ru/nrsjmf>. (In Russian).
11. Makarenko, S.A. (2019). The priority apple breeding directions for the areas with severe climatic conditions. *Bulletin of Altai State Agricultural University*, 8, 28-35. <https://www.elibrary.ru/eycbqn>. (In Russian, English abstract).
12. Merezhko, O.E., & Panova, M.A. (2019). Results of an apple breeding for industrial gardening conditions of the steppe zone of the South Urals. *Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*, 4, 30. <https://www.elibrary.ru/vhsaje>. (In Russian, English abstract).
13. Savelyeva, N.N., Yushkov, A.N., Zemisov, A.S., Chivilev, V.V., & Lyzhin, A.S. (2019). Achievements of apple tree breeding at the I. V. Michurin Federal Scientific Center. In *The Role of Varieties in Modern Horticulture: conference proceedings* (pp. 248-253). Kvarta. <https://www.elibrary.ru/hzygcj>. (In Russian, English abstract).
14. Satibalov, A.V., & Nagudova, L.Kh. (2020). Disease-resistant apple and pear varieties for the production of environmentally friendly products. In *Science, Education and Innovation for the Agro-Industrial Complex: Status, Problems and Prospects* (pp. 612-615). Magarin OG. <https://www.elibrary.ru/nimsqc>. (In Russian).
15. Sedov, E.N., Korneeva, S.A., & Yanchuk, T.V. (2021a). The role of domestic breeding in improving the apple assortment in Russia. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*, 4, 17-19. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/4/17-19>. (In Russian, English abstract).
16. Sedov, E.N., Korneeva, S.A., Yanchuk, T.V., & Veprintseva, M.V. (2023). New competitive apple cultivars of VNIISPK breeding for intensive industrial orchards. *The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 3, 12-17. <https://www.elibrary.ru/xkpxqm>. (In Russian, English abstract).
17. Sedov, E.N., Krasova, N.G., Zhdanov, V.V., Dolmatov, E.A., & Mozhar, N.V. (1999). Pome fruits (apple, pear, quince). In *Program and Methods of Variety Investigation of Fruit, Berry and Nut Crops* (pp. 253-300). VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/yhappn>. (In Russian).
18. Sedov, E.N., Yanchuk, T.V., & Korneeva, S.A. (2021b). The best apple cultivars created in VNIISPK for morden gardening. *Contemporary Horticulture*, 2, 1-13. <https://www.elibrary.ru/zhwcjp>. (In Russian, English abstract).
19. Khalilov, E.S., Smykov, A.V., Chelebiev, E.F., & Uskov, M.K. (2021). The degree of frost resistance of generative buds of promising breeding forms of apple trees in the conditions of the foothill zone of the Crimea. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, 92, 183-189. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-92-183-189>. (In Russian, English abstract).
20. Chelebiev, E.F. (2021). Comprehensive assessment of apple varieties and breeding forms in the conditions of the Crimean foothill zone. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, 93, 238-245. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-93-238-245>. (In Russian, English abstract).
21. Chelebiev, E.F., Khalilov, E.S., & Uskov, M.K. (2023). New apple varieties of the Nikitsky botanical garden selection. *Fruit Growing, Seed Production, Introduction of Woody Plants*, 26, 201-206. <https://www.elibrary.ru/xfexav>. (In Russian, English abstract).
22. Chepinoga, I.S. (2023). Preliminary selection in the apple (*Malus* Mill.) gene pool of the Krymsk EBS, VIR branch for organic gardening. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, 105, 278-283. <https://www.elibrary.ru/dkyzif>. (In Russian, English abstract).
23. Shidakov, R.S., Shidakova, A.S., & Khalilov, B.Kh. (2022). Genotypic interdependence of traits and properties when they are inherited by the hybrid of spring of the apple tree. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*, 6, 62-66. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/6/62-66>. (In Russian, English abstract).
24. Brown, S. (2012). Apple. In *Fruit breeding* (pp. 329-367). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0763-9_10

25. Eszergár-Kiss, D., & Caesar, B. (2017). Definition of user groups applying Ward's method. *Transportation Research Procedia*, 22, 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.03.004>
26. Saveleva, N., & Zemisov, A. (2022). Creation of apple varieties immune to scab as a basis for the development of eco-gardening. In *Innovative Technologies in Agriculture: conference proceedings* (pp. 38). VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/ijymym>.
27. Sedov, E.N., Sedysheva, G.A., Makarkina, M.A., & Serova, Z.M. (2017). Development of triploid apple cultivars as a priority in selection. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 7, 773-780. <https://doi.org/10.1134/S2079059717070073>
28. Sestras, R.E., & Sestras, A.F. (2023). Quantitative traits of interest in apple breeding and their implications for selection. *Plants*, 12(4), 903. <https://doi.org/10.3390/plants12040903>
29. Zelmene, K., Kārklīņa, K., Ikase, L., & Lācis, G. (2022). Inheritance of apple (*Malus × domestica* (L.) Borkh) resistance against apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.) in hybrid breeding material obtained by gene pyramiding. *Horticulturae*, 8(9), 772. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8090772>

Авторы:

Елена Владимировна Ульяновская, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией сортоизучения и селекции садовых культур, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», ulyanovskaya_e@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3987-7363
SPIN: 5577-5173

Сергей Николаевич Щеглов, доктор биологических наук, профессор кафедры генетики, микробиологии и биохимии, заместитель декана биологического факультета по НИР, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», gold_finch@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3919-8168
SPIN: 7906-7974

Татьяна Валерьевна Богданович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории сортоизучения и селекции садовых культур, ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», tatyanka-bogdanovich@mail.ru
ORCID: 0009-0009-9677-9891
SPIN: 7519-3784

Authors:

Elena V. Ulyanovskaya, Grand PhD in Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Variety Study and Breeding of Horticultural Crops, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, ulyanovskaya_e@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3987-7363
SPIN: 5577-5173


Sergey N. Shcheglov, Grand PhD in Biology, Professor of the Department of Genetics, Microbiology and Biochemistry, Deputy Dean of the Faculty of Biology for Research, Kuban State University, gold_finch@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3919-8168
SPIN: 7906-7974

Tatyana V. Bogdanovich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher in the Laboratory of variety study and breeding of horticultural crops, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, tatyanka-bogdanovich@mail.ru
ORCID: 0009-0009-9677-9891
SPIN: 7519-3784

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 634.2:631.559:58.02

Влияние погодных условий зимнего и весеннего периодов на продуктивность косточковых культур

Р.Е. Богданов¹ 

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина», 393774, ул. Мичурина, д. 30, г. Мичуринск, Россия, info@fnc-mich.ru

Аннотация

Проведены исследования влияния морозов после оттепели в зимний период, поздневесенних заморозков и неблагоприятных погодных условий (температурный режим, влажность, ветер) на продуктивность растений сливы домашней, алычи и абрикоса. Годы исследований 2021...2025. Проведена оценка 7 сортов сливы домашней (Венгерка Корнеевская, Мечта, Ночка, Ренклюд мичуринский, Ренклюд тамбовский, Ренклюд Харитоновой, Утро), 7 сортов алычи (Иволга, Июльская роза, Карминная Жукова, Медовая, Ранняя розовая, Солнечная, Сонейка) и 8 сортов абрикоса (Викинг, Водолей, Кичигинский, Круглый, Любительский, Пикантный, Сюрприз, Товарищ). В качестве контроля использовали районированные сорта сливы домашней Этюд, алычи Кубанская комета и абрикоса Ульянинский. Изучение морозостойкости тканей и почек однолетних ветвей в зимний период, ранжирование устойчивости цветков к повторным весенним заморозкам, оценку урожая осуществляли согласно общепринятым методикам. Целью исследований являлась оценка степени влияния абиотических стресс-факторов на продуктивность косточковых культур, выделение адаптивных сортов для дальнейшего использования в производстве и селекции. Урожай косточковых зависит как от уровня стресса, так и от степени устойчивости культуры и сорта. Наибольшей устойчивостью генеративных почек к морозам после оттепели характеризуется слива домашняя. Постепенное снижение температуры до минус 27°C после оттепели плюс 6°C вызывает почти полную гибель генеративных почек у растений абрикоса. На сохранность цветковых почек сливы домашней и алычи существенное влияние оказывают сортовые особенности. Поздневесенние заморозки до минус 2°C не являются критичными для цветков косточковых растений. Дальнейшее понижение температуры во время цветения вызывает практически полную гибель цветков независимо от культуры. Низкие положительные температуры, высокая влажность, порывы ветра во время цветения ограничивают активность насекомых-опылителей, нарушают процессы оплодотворения и тем самым существенно снижают завязываемость плодов. Наибольшая устойчивость генеративных почек к морозам после оттепели отмечена у сортов абрикоса Кичигинский, Пикантный, Любительский, Ульянинский, алычи Ранняя розовая, Иволга, Кубанская комета, сливы домашней Ночка, Этюд. Наибольшим урожаем за годы исследований характеризовались сорта абрикоса Ульянинский, Викинг, алычи Ранняя розовая, Иволга, Кубанская комета, сливы домашней Ночка, Этюд, Венгерка Корнеевская, Ренклюд тамбовский, Утро.

Ключевые слова: морозостойкость, устойчивость к весенним заморозкам, слива домашняя, абрикос, алыча

The influence of winter and spring season weather conditions on the productivity of stone crops

R.E. Bogdanov¹ 

¹I.V. Michurin Federal Scientific Center, Michurina st., 30, Michurinsk, Russia, info@fnc-mich.ru

Abstract

Research was conducted on the influence of frosts after a thaw in winter, late spring frosts and unfavorable weather conditions (temperature, humidity, wind) on the productivity of plum, cherry plum, apricot plants. The years of research are 2021—2025. An evaluation of 7 cultivars of plum (Vengerka Korneevskaya, Mechta, Nochka, Renclod Michurinsky, Renclod Tambovsky, Renclod Kharitonova, Utro), 7 cultivars of cherry plum (Ivolga, Iulskaya Roza, Karmina Zhukova, Medovaya, Rannyaya Rozovaya, Solnechnaya, Soneyka) and 8 cultivars of apricot (Viking, Vodolay, Kichiginsky, Krugly, Lyubitelsky, Pikanty, Syurpriz, Tovarishch) was carried out. Zoned cultivars of plum Etyud, cherry plum Kubanskaya Kometa and apricot Ulyanikhinsky were used as a control. The studies were conducted according to generally accepted methods. The purpose of the research is to assess the impact of abiotic stressors on the yield of stone crops, to identify adaptive cultivars for further use in production and breeding. The yield of stone fruits depends on both the level of stress and the degree of resistance of the crop and cultivar. The greatest resistance the plum is characterized by the resistance of generative buds to frost damage after a thaw. A gradual decrease in temperature to -27°C after a thaw of +6°C causes almost complete destruction of generative buds in apricot plants. Varietal characteristics significantly influence the survival of flower buds in plum and cherry plum. Late spring frosts down to -2°C are not critical for stone fruit flowers. A further decrease in temperature during flowering causes almost complete flower death, regardless of the cultivar. Low temperatures, high humidity, and gusts of wind during flowering limit the activity of pollinating insects, disrupt fertilization, and thereby significantly reduce fruit set. The cultivars of apricot Kichiginsky, Pikanty, Lyubitelsky, Ulyanikhinsky, cherry plum Ivolga, Rannyaya Rozovaya, Kubanskaya Kometa, domestic plum Nochka, Etyud have the highest resistance of generative buds to frost after a thaw. The cultivars of apricot Ulyanikhinsky, Viking, cherry plum Ivolga, Rannyaya Rozovaya, Kubanskaya Kometa, domestic plum Nochka, Etyud, Vengerka Korneevskaya, Renclod Tambovsky, Utro have the highest yield.

Key words: frost resistance, resistance to spring frosts, plum, apricot, cherry plum

Введение

Продукция косточковых культур является важнейшей составляющей рациона человека. Ежегодная закладка генеративных органов, низкая периодичность плодоношения обуславливает их высокую потенциальную продуктивность. Однако стабильность, объемы производства и качество плодов косточковых в значительной степени зависят от погодных условий. В этой связи доля косточковых в структуре многолетних производственных насаждений Российской Федерации не превышает 27% ([Основные итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 года, 2022](#)).

В последние годы отмечается рост частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений, которые наносят значительный ущерб садам. Проблема носит системный характер и затрагивает все фазы развития растений. В зимний период главную опасность представляют как экстремальные морозы, так и понижения температуры особенно после продолжительных оттепелей, которые снижают зимостойкость растений. Повреждения морозом генеративных и вегетативных почек, а также тканей ветвей часто носят необратимый характер, приводя к полной или значительной потере урожая (Кашин, 1995;

Заремук, 2013; Юшков, 2019). В вегетационный период поздневесенние заморозки во время цветения и завязывания плодов являются наиболее распространенной причиной потери урожая (Ожерельева, Болгова, 2023; Пряхина, Упадышева, 2024).

Проводится работа по выведению адаптивных сортов косточковых культур. В условиях средней полосы России созданы зимостойкие сорта сливы домашней Заречная ранняя, Этюд, Ренклюд Курсакова, Ночка, Красавица ЦГЛ, Величавая, Тулица (Смирнов и др., 2002; Богданов, 2008; Симонов и др., 2013; Симонов, Бурменко, 2021). Сорт сливы Казанская и отборные формы 1-1-75, 8-4-76, 8-4-52, 8-2-25, 1-2-60, 8-2-21, 8-4-22, 1-2-57 рекомендованы к использованию в промышленном и любительском садоводстве в Татарстане (Осипов, Осипова, 2010). Для создания адаптивных сортов сливы в условиях Нижневолжского региона в качестве доноров зимостойкости выделены сорта Волгоградская, Богатырская, Волжская синяя, Тернослива летняя, Тернослива осенняя (Солонкин, Еремин, 2017). Для Краснодарского края выделены зимостойкие сорта сливы Кубанский карлик, Милена, Подруга, Красотка, Прикубанская и алычи Кубанская комета, Путешественница (Еремин, 2003; Заремук, Богатырёва, 2012). В Беларуси созданы высокозимостойкие сорта сливы домашней Венера, Витебская поздняя, Даликатная, Нарач (Матвеев, Волот, 2010). Подбор исходных форм во многом определяет эффективность селекции. Выделение адаптивных форм также представляет ценность для производства. Несмотря на имеющиеся работы по оценке зимостойкости, комплексных исследований, объединяющих анализ наиболее распространенных стресс-факторов зимнего и весеннего периодов и их кумулятивного влияния на продуктивность сортов косточковых культур в конкретных условиях, недостаточно.

Основываясь на анализе многолетних данных температуры в зимний период, в Тамбовской области сохраняется вероятность повтора сильных морозов, а также повышения температуры и продолжительности оттепелей (Богданов, 2023). В этой связи комплексный подход по оценке влияния неблагоприятных абиотических факторов зимнего и весеннего периодов на продуктивность растений косточковых культур является весьма актуальным.

Цель исследований – оценка степени влияния абиотических стресс-факторов на продуктивность косточковых культур, выделение адаптивных сортов для дальнейшего использования в производстве и селекции.

Материалы и методы

Проведена оценка 7 сортов сливы домашней (Венгерка Корнеевская, Мечта, Ночка, Ренклюд мичуринский, Ренклюд тамбовский, Ренклюд Харитоновой, Утро), 7 сортов алычи (Иволга, Июльская роза, Карминная Жукова, Медовая, Ранняя розовая, Солнечная, Сонейка) и 8 сортов абрикоса (Викинг, Водолей, Кичигинский, Круглый, Любительский, Пикантный, Сюрприз, Товарищ). В качестве контроля (к) использовали районированные сорта сливы домашней Этюд, алычи Кубанская комета и абрикоса Ульянихинский. Опытные насаждения сливы домашней и алычи заложены в 2015 г., абрикоса – 2009 г. Схема посадки растений всех культур 6,0 × 3,0 м. Согласно данным гидрометеорологического сайта tr5.ru в зимние периоды 2021...2024 годов отмечались возвратные морозы после оттепелей. В феврале 2021 года максимальная температура воздуха составила плюс 6,4°C. При дальнейшем постепенном снижении ее значение достигло минус 24,0°C. Зимний период 2021...2022 годов характеризовался частыми оттепелями с декабря по март с постепенными понижениями температуры. Наиболее критические перепады отмечены в декабре 2021 года. Максимальное значение температуры составило плюс 7,5°C, минимальное – минус 25,6°C. В марте температурный

максимум составил плюс 7,8°C, минимум – минус 21,9°C. В январе 2023 года максимальная температура воздуха достигала плюс 6,0°C. В дальнейшем отмечалось ее постепенное снижение до минус 26,8°C. Погодные условия в январе-феврале 2024 года характеризовались частыми оттепелями с постепенным снижением температуры. В начале января температура оттепели составила плюс 0,6°C с постепенным снижением до минус 26,7°C. В конце месяца оттепель в плюс 2,0°C сменилась похолоданием до минус 19,4°C. В начале февраля значение положительных температур достигло плюс 3,6°C и сменилось похолоданием до минус 14,9°C. В январе 2025 года максимальное значение оттепели составило плюс 4,5°C. В дальнейшем температура плавно опустилась до минус 18,8°C.

Поздневесенние заморозки отмечались весной 2022, 2023 и 2024 годов. Весной 2022 года температура на поверхности почвы опускалась до минус 3°C. В 2023 году наблюдались заморозки интенсивностью минус 1,6°C, в 2024 году – минус 2,1°C.

Степень подмерзания тканей в зимний период оценивалась согласно методическим рекомендациям, разработанным М.М. Тюриной с сотр. (2002). Учитывалась площадь повреждения тканей с разбивкой на баллы согласно шкале:

- 0 – повреждений нет, ткани светлые;
- 1 – побурело от 10 до 20% площади тканей;
- 2 – побурело от 20 до 40% участков тканей;
- 3 – побурело от 40 до 60% площади тканей;
- 4 – побурело от 60 до 80% площади тканей;
- 5 – погибло более 80% площади тканей.

При оценке устойчивости генеративных почек к морозам и цветков к повторным весенним заморозкам, а также определении урожая руководствовались «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Джигадло и др., 1999). Ранжирование степени подмерзания цветков и генеративных почек осуществляли по балльной шкале:

- 0 – подмерзаний нет;
- 1 – очень слабое подмерзание (погибло до 10% цветков);
- 2 – слабое подмерзание (погибло 11...25%);
- 3 – среднее подмерзание (погибло 26...50%);
- 4 – сильное подмерзание (погибло 51...75%);
- 5 – очень сильное подмерзание (погибло более 75%).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартных биометрических методик (Доспехов, 1973) и специальных программных пакетов (MS Excel 2007 и Statistica 10).

Результаты и их обсуждение

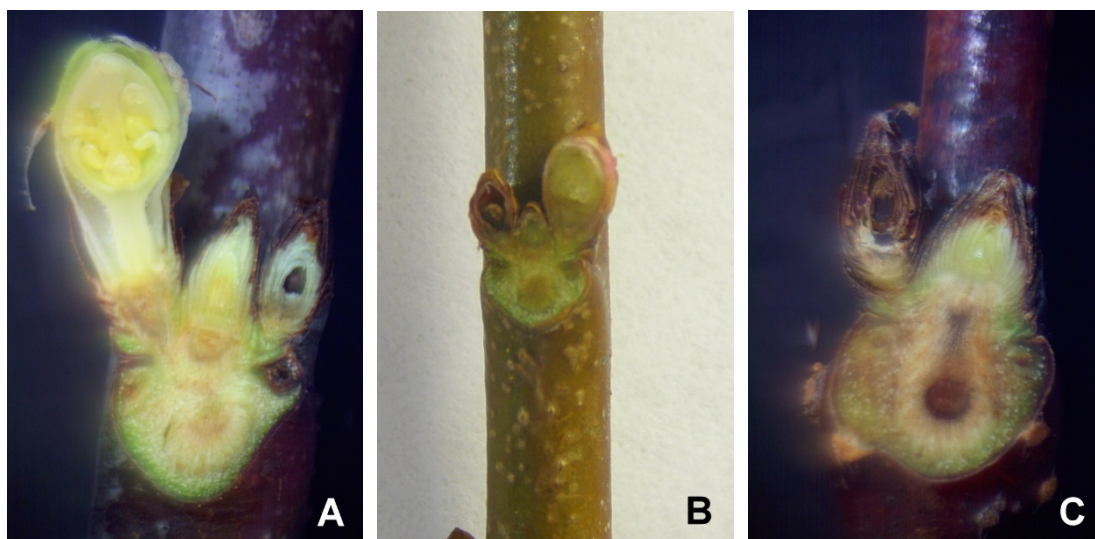
В период с 2021 по 2025 годы растения косточковых культур подвергались воздействию неблагоприятных абиотических факторов в зимний и весенний периоды (таблица 1).

В зимние периоды 2021...2024 годов отмечалось постепенное снижение температуры после оттепелей. Следует отметить, что ткани и вегетативные почки растений сливы домашней, алычи и абрикоса не имели существенных подмерзаний. Степень повреждения не превышала 1,5 балла. В наибольшей мере стрессовому воздействию были подвержены генеративные почки (рисунок 1).

На степень подмерзания оказывает влияние уровень стресса, а также особенности культуры и сорта (таблица 2). Наибольший ущерб данного стрессового воздействия отмечен у растений абрикоса. В зимние периоды 2021...2023 годов у всех изученных сортов отмечена очень сильная гибель генеративных почек, которая составила от 85 до 99%.

Таблица 1 – Стрессовые воздействия зимнего и вегетационного периодов, 2021...2025 гг.

Стрессоры	Годы				
	2021	2022	2023	2024	2025
Морозы после оттепелей	+	+	+	+	-
Поздневесенние заморозки	-	+	+	+	-
Неблагоприятные погодные условия во время цветения	-	+	+	-	-



А – сорт сливы домашней Венгерка Корнеевская; В – сорт алычи Кубанская комета; С – сорт абрикоса Викинг

Рисунок 1 – Подмерзание генеративных почек, 2023 г.

Существенных сортовых отличий от контроля не выявлено. В 2024 году генеративные почки имели сильное подмерзание. Количество погибших почек в зависимости от сорта составило 51...75%. Более сильное подмерзание по сравнению с контрольным сортом Ульянихинский отмечено только у сорта Сюрприз. После зимы 2025 года количество погибших генеративных почек у изученных сортов абрикоса варьировало от 11 до 24% (слабое подмерзание). Существенных сортовых отличий не отмечено. По многолетним данным у сортов Кичигинский, Пикантный, Любительский подмерзания генеративных почек меньше контрольного сорта Ульянихинский.

Растения алычи после зимних периодов 2022 и 2024 годов характеризовались слабым подмерзанием (менее 14%) генеративных почек (таблица 2). Повреждение генеративных почек после зимы 2021 года составило 51...75%. У контрольного сорта Кубанская комета отмечена гибель 51% генеративных почек. Подмерзанием на уровне контроля характеризовались сорта Ранняя розовая, Иволга, Карминная Жукова, Сонейка. У сортов Медовая, Солнечная, Июльская роза гибель цветковых почек составила 70...75%, что существенно выше контроля. Наибольшие повреждения генеративных почек (гибель 55...75%) отмечены в зимний период 2023 года. У контрольного сорта Кубанская комета погибло 70% генеративных почек. Степень подмерзания у остальных сортов алычи существенно не отличалась от контроля. В среднем по годам сорта Ранняя розовая и Иволга характеризовались меньшим подмерзанием генеративных почек относительно контрольного сорта Кубанская комета.

Таблица 2 – Подмерзание генеративных почек растений косточковых культур в зимний период, 2021...2025 гг.

Культура	Сорт	Гибель генеративных почек, %					\bar{X}
		2021	2022	2023	2024	2025	
Абрикос	Кичигинский	95	85	90	56	12	68
	Пикантный	95	85	90	54	11	67
	Любительский	90	85	90	51	12	66
	Ульянихинский (к)	90	90	95	58	14	69
	Товарищ	95	90	95	53	18	70
	Викинг	90	90	98	60	17	71
	Круглый	95	95	99	72	22	77
	Сюрприз	95	95	99	75	24	78
	Водолей	95	95	99	70	19	76
НСР ₀₅		7	13	9	16	10	38
Алыча	Ранняя розовая	51	7	55	5	-	24
	Иволга	51	8	60	7	-	25
	Кубанская комета (к)	51	7	70	5	-	27
	Карминная Жукова	60	10	70	4	-	29
	Сонейка	60	12	70	11	-	31
	Медовая	70	14	75	12	-	34
	Солнечная	70	13	75	11	-	34
	Июльская роза	75	15	90	13	-	39
НСР ₀₅		17	7	22	9		31
Слива домашняя	Ночка	5	5	5	-	-	3
	Этюд (к)	5	5	15	-	-	5
	Ренклюд мичуринский	5	5	45	-	-	11
	Венгерка Корнеевская	15	12	45	-	-	14
	Ренклюд тамбовский	10	7	45	-	-	12
	Утро	5	7	75	-	-	17
	Мечта	15	8	75	-	-	20
	Ренклюд Харитоновой	20	14	90	-	-	25
НСР ₀₅		8	9	27			19

Примечание: \bar{X} – среднее значение, НСР₀₅ – наименьшая существенная разница для 5%-ного уровня значимости.

У растений сливы домашней после стрессовых воздействий в зимний период 2024 и 2025 годов не отмечено подмерзаний генеративных почек (таблица 2). После зимы 2021 года очень слабым (5%) подмерзанием генеративных почек характеризовался контрольный сорт Этюд. Подмерзания на уровне контроля отмечено у сортов Ночка, Ренклюд мичуринский и Утро. Сорта Венгерка Корнеевская, Мечта и Ренклюд Харитоновой имели более сильные подмерзания относительно контроля. Гибель генеративных почек составила 15...20%. После зимы 2022 года у большинства сортов сливы домашней отмечено очень слабое (менее 10%) подмерзание генеративных почек. У сортов Венгерка Корнеевская и Ренклюд Харитоновой выявлены слабые повреждения (12 и 14%) генеративных почек, что существенно не отличалось от контроля. Существенные сортовые различия по устойчивости генеративных почек к постепенному снижению температуры после оттепели выявили после зимы 2023 года. Контрольный сорт Этюд характеризовался слабым подмерзанием генеративных почек (гибель 15%). Наименьшее количество погибших генеративных почек (5%) отмечено у сорта Ночка. Средним подмерзанием генеративных почек (гибель 45%) характеризовались сорта Венгерка Корнеевская, Ренклюд мичуринский, Ренклюд тамбовский. Следует отметить, что повреждения у данных сортов не

имели существенных отличий от контроля. Высокая гибель генеративных почек (75%) выявлена у сортов Утро и Мечта, что существенно выше контроля. Очень высоким подмерзанием (90%) характеризовался сорт Ренклюд Харитоновой. По многолетним данным наибольшую устойчивость генеративных почек (подмерзание менее 10%) проявили контрольный сорт Этюд и сорт Ночка.

Неблагоприятные погодные условия в зимний период оказали влияние на силу цветения косточковых культур (таблица 3).

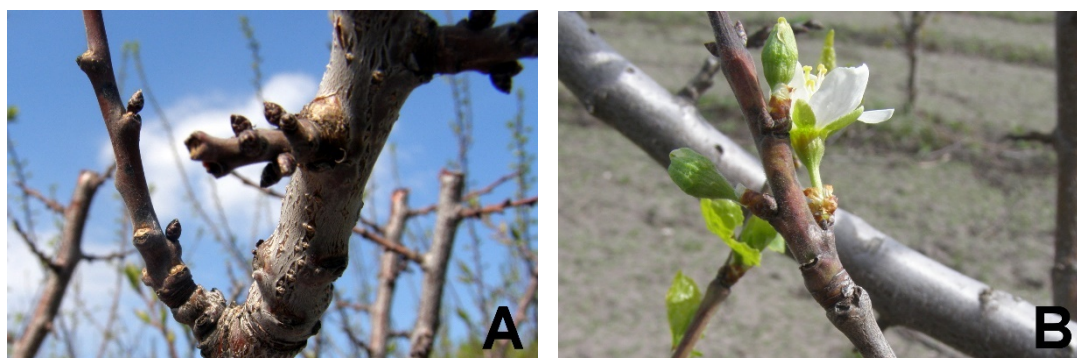
Таблица 3 – Цветение и урожай растений косточковых культур, 2021...2025 гг.

Культура	Сорт	Сила цветения, балл					Урожай, кг/дер				
		2021	2022	2023	2024	2025	2021	2022	2023	2024	2025
Абрикос	Кичигинский	-	1	1	2	3	-	Ед.	Ед.	-	4,1
	Пикантный	-	1	1	2	3	-	Ед.	Ед.	-	4,3
	Любительский	1	1	1	2	4	-	Ед.	-	-	6,5
	Ульянихинский (к)	1	1	1	2	4	Ед.	Ед.	-	-	7,8
	Товарищ	-	1	-	2	3	-	Ед.	-	-	4,5
	Викинг	1	1	1	2	4	-	Ед.	Ед.	-	9,6
	Круглый	-	1	-	1	3	-	Ед.	-	-	6,3
	Сюрприз	-	1	-	1	3	-	Ед.	-	-	4,2
	Водолей	-	1	-	1	3	-	Ед.	-	-	4,1
НСР ₀₅											
Алыча	Ранняя розовая	3	4	3	5	5	Ед.	6,1	5,3	-	9,8
	Иволга	3	4	3	5	5	Ед.	6,3	4,8	-	10,2
	Кубанская комета (к)	3	4	3	5	5	Ед.	6,1	Ед.	-	11,3
	Карминная Жукова	2	4	2	5	5	Ед.	5,2	Ед.	-	8,3
	Сонейка	2	3	2	5	5	Ед.	4,9	Ед.	-	4,1
	Медовая	2	4	2	5	5	Ед.	4,8	Ед.	-	10,5
	Солнечная	2	4	2	4	4	Ед.	5,2	Ед.	-	2,3
	Июльская роза	2	3	1	4	5	Ед.	3,8	Ед.	-	4,1
НСР ₀₅											
Слива домашняя	Ночка	5	5	4	5	5	6,7	7,8	5,8	-	10,3
	Этюд (к)	5	5	5	5	5	9,3	8,2	Ед.	-	11,8
	Ренклюд мичуринский	4	4	3	5	4	5,1	4,3	Ед.	-	8,1
	Венгерка Корнеевская	5	5	4	4	5	9,2	9,8	Ед.	-	13,9
	Ренклюд тамбовский	5	5	5	5	5	9,8	8,6	Ед.	-	13,8
	Утро	5	5	4	5	5	8,3	10,3	Ед.	-	12,3
	Мечта	4	4	3	4	4	5,3	4	Ед.	-	5,2
	Ренклюд Харитоновой	4	5	2	4	5	4,8	6,5	Ед.	-	5,3
НСР ₀₅							3,3	3,7	-		

Примечание: Ед. – единичное, НСР₀₅ – наименьшая существенная разница для 5%-ного уровня значимости.

Весной 2021 и 2023 годов из-за гибели генеративных почек у большинства растений абрикоса отсутствовало цветение. Нераспустившиеся цветковые почки в дальнейшем опадали (рисунок 2). У контрольного сорта Ульянихинский и сортов Любительский, Викинг распустились единичные цветки. В 2023 году единичное цветение отмечено также у сортов Кичигинский и Пикантный.

Весной 2022 года у всех сортов абрикоса распустились одиночные цветки. Весной 2024 года у контрольного сорта Ульянихинский и сортов Кичигинский, Пикантный, Любительский, Товарищ, Викинг отмечено слабое цветение (2 балла). Единичные цветки распустились у сортов Круглый, Сюрприз, Водолей.



А – Сорт абрикоса *Викинг*, 2023 г.; В – Сорт сливы домашней *Ренклод Харитоновой*, 2023 г.
Рисунок 2 – Сохранность цветковых почек абрикоса и сливы домашней

В зимний период 2025 года не отмечено критических воздействий на растения абрикоса. В этой связи контрольный сорт *Ульянинский*, а также сорта *Любительский*, *Викинг* характеризовались хорошим цветением. У сортов *Кичигинский*, *Пикантный*, *Товарищ*, *Круглый*, *Сюрприз*, *Водолей* отмечено цветение средней силы.

По сравнению с абрикосом растения алычи сохранили большее количество генеративных почек. Наибольшее стрессовое воздействие отмечено после зимы 2021 и 2023 годов. Однако контрольный сорт *Кубанская комета* и сорта *Ранняя розовая*, *Иволга* характеризовались цветением средней силы (таблица 3). У остальных сортов отмечено слабое распускание цветковых почек, а у сорта *Июльская роза* весной 2023 года распустились лишь единичные цветки. В 2022 году большинство сортов алычи характеризовались хорошим цветением. У сортов *Сонейка* и *Июльская роза* отмечено цветение средней силы. В 2024 и 2025 годах весна сопровождалась обильным цветением большинства растений алычи. У сорта *Солнечная* в эти периоды отмечено хорошее цветение. В 2024 году у сорта *Июльская роза* сила цветения составила 4 балла.

Растения сливы домашней характеризовались наибольшей устойчивостью генеративных почек к неблагоприятным погодным воздействиям в зимний период, о чем свидетельствует обильное плодоношение большинства сортов. Существенные сортовые различия по силе цветения у сливы выявлены весной 2023 года. Контрольный сорт *Этюд* и сорт *Ренклод тамбовский* характеризовались обильным цветением. Хорошее цветение (4 балла) отмечено у сортов *Ночка*, *Венгерка Корнеевская* и *Утро*. Среднее количество цветков распустилось у сортов *Ренклод мичуринский* и *Мечта*. У сорта *Ренклод Харитоновой* распустилось небольшое количество цветков (рисунок 2), что обусловлено очень сильным подмерзанием генеративных почек в зимний период.

Наряду с перепадами температуры в зимний период негативное влияние на закладку урожая косточковых культур также оказали поздневесенние заморозки (рисунок 3) и неблагоприятные погодные условия (низкие положительные температуры, сильный ветер, осадки) во время цветения.

Неблагоприятные погодные условия во время цветения отмечались в вегетационные периоды 2022, 2023 и 2024 годов. В 2022 году в период цветения косточковых культур наблюдался преимущественно пониженный температурный режим погоды. Среднесуточная температура воздуха на 1...8 градусов ниже климатической нормы. С 5 по 7 мая на участках с пониженным рельефом наблюдались заморозки на поверхности почвы интенсивностью минус 3°C. За период с 5 по 15 мая выпало 15,7 мм осадков, что составляет 30% месячной нормы. Понижение температуры воздуха до плюс 10...12°C и ниже неблагоприятно сказывалось для цветения и оплодотворения, так как из-за слабого

выделения нектара пчелы редко посещали цветущие деревья. Влажная и прохладная погода в 1,5...2,0 раза увеличила продолжительность периода цветения по сравнению с нормальными условиями. У ранцветущих сортов сливы домашней Ренклюд тамбовский и Ренклюд Харитоновой отмечены подмерзания пестиков. Однако количество подмерзших цветков не превышало 10%.



А – сорт Ренклюд Харитоновой, 2023 г.; В – сорт Утро, 2024 г.

Рисунок 3 – Повреждение возвратными заморозками цветков и завязей сливы домашней

В первой декаде мая 2023 года отмечался преимущественно пониженный температурный режим. Температура воздуха 1...2 мая, а также 6...10 мая не превышала плюс 10°C. На отдельных участках с пониженным рельефом 3 мая наблюдались заморозки интенсивностью минус 1,6°C. данное понижение температуры совпало с массовым цветением растений сливы домашней. Наиболее уязвимой частью цветка оказался пестик. Следует отметить, что весенние заморозки не вызвали существенных подмерзаний цветков сливы домашней. У контрольного сорта Этюд отмечены очень слабые повреждения цветков, не превышающие 8%. Сорт Ночка характеризовался наименьшим количеством подмерзших цветков (4%). У остальных изученных сортов подмерзание цветков не превышало 25%. Во время цветения косточковых культур также отмечался преимущественно пониженный температурный режим. Среднесуточная температура воздуха была на 1...8°C ниже климатической нормы. Влажная, прохладная и ветреная погода увеличила продолжительность периода цветения по сравнению с нормальными условиями. Понижение среднесуточной температуры воздуха до плюс 10...12°C и ниже оказало неблагоприятное воздействие на оплодотворение, так как из-за слабого выделения нектара пчелы редко посещали цветущие деревья.

В 2024 году начало цветения косточковых культур отмечено в период с 19 по 24 апреля и проходило при благоприятных погодных условиях. Однако в первой декаде мая были зафиксированы поздневесенние заморозки, температура воздуха 4 мая снизилась до минус 1,9°C, 9 мая до минус 0,3°C и 10 мая до минус 2,1°C. Данные стрессовые воздействия вызвали почти полную гибель завязавшихся плодов у всех косточковых культур.

Урожайность растений косточковых культур в 2021...2023 годах была снижена в результате неблагоприятных погодных условий как зимнего, так и весеннего периодов. У растений абрикоса в 2021 году единичные плоды завязались только у контрольного сорта Ульянихинский (таблица 3). В 2022 году у всех сортов были единичные плоды. В 2023 году отдельные плоды завязались у сортов Пикантный, Кичигинский и Викинг. В благоприятном 2025 году у контрольного сорта Ульянихинский урожай составил 7,8 кг/дер. Наибольшим урожаем (9,6 кг/дер) характеризовался сорт Викинг. У остальных изученных сортов урожай

был ниже контроля и варьировал от 4,1 до 6,5 кг/дер. Следует отметить, что по урожайности все сорта абрикоса не имели существенных отличий от контроля.

Сорта алычи характеризовались значительными отличиями по урожайности в зависимости от года (таблица 3). В 2021 году у всех сортов отмечено единичное плодоношение. В 2022 году урожай контрольного сорта Кубанская комета и сорта Ранняя розовая составил 6,1 кг/дер. У сорта Иволга данный показатель достиг 6,3 кг/дер. У остальных сортов урожай был несущественно ниже контроля и колебался от 3,8 до 5,2 кг/дер в зависимости от сорта. В 2023 году урожай отмечен только у сортов Ранняя розовая (5,3 кг/дер) и Иволга (4,8 кг/дер). У остальных сортов завязались лишь единичные плоды. В 2025 году контрольный сорт Кубанская комета характеризовался наибольшим урожаем 11,3 кг/дер. Несущественно ниже (8,3...10,5 кг/дер) был урожай у сортов Ранняя розовая, Иволга, Карминная Жукова, Медовая. У сортов Солнечная, Сонейка, Июльская роза урожай составил 2,3...4,1 кг/дер, что существенно ниже контроля.

За годы исследований у сливы домашней выявлены сортовые различия по урожайности. Следует отметить, что урожайность растений сливы домашней в меньшей степени относительно алычи и абрикоса зависело от неблагоприятных погодных условий зимнего периода. В 2021 году урожай контрольного сорта Этюд составил 9,3 кг/дер. Урожаем на уровне контроля (6,7...9,8 кг/дер) характеризовались сорта Венгерка Корнеевская, Ренклюд тамбовский, Утро, Ночка. У сортов Ренклюд мичуринский, Мечта и Ренклюд Харитоновой был существенно ниже стандарта и варьировал от 4,8 до 5,3 кг/дер. В 2022 году у сорта Этюд (к) урожай составил 8,2 кг/дер. У сортов Венгерка Корнеевская, Ренклюд тамбовский, Утро урожай был несколько выше (8,6...10,3 кг/дер). Сорта Ночка и Ренклюд Харитоновой имели урожай чуть ниже стандарта (7,8 и 6,5 кг/дер соответственно). Урожай существенно ниже контроля отмечен у сортов Ренклюд мичуринский и Мечта. Воздействие стрессовых факторов в зимний и весенний периоды на продуктивность растений сливы домашней в наибольшей степени проявилось в 2023 году. Только у сорта Ночка отмечен урожай 5,8 кг/дер. У остальных сортов сливы домашней завязались единичные плоды. В 2025 году урожай контрольного сорта Этюд составил 11,8 кг/дер. Сорта Венгерка Корнеевская, Ренклюд тамбовский, Утро имели урожай незначительно выше стандарта (12,3...13,9 кг/дер). Урожай чуть ниже контроля (8,1...10,3 кг/дер) отмечен у сортов Ренклюд мичуринский, Ночка. Сорта Мечта и Ренклюд Харитоновой характеризовались урожаем, существенно ниже стандарта (5,2...5,3 кг/дер соответственно).

Заключение

В результате проведенных исследований установлено:

- на урожайность косточковых культур существенное влияние оказывают неблагоприятные погодные условия как зимнего, так и весеннего периодов;
- урожай косточковых зависит как от уровня стресса, так и от степени устойчивости культуры и сорта;
- наибольшей устойчивостью генеративных почек к морозам после оттепели характеризуется слива домашняя;
- постепенное снижение температуры до минус 27°C после оттепели плюс 6°C вызывает почти полную гибель генеративных почек у растений абрикоса. На сохранность цветковых почек сливы домашней и алычи существенное влияние оказывают сортовые особенности;
- поздневесенние заморозки до минус 2°C не являются критическими для цветков косточковых растений. Дальнейшее понижение температуры во время цветения вызывает практически полную гибель цветков независимо от культуры;

- низкие положительные температуры, высокая влажность, порывы ветра во время цветения ограничивают активность насекомых-опылителей, нарушают процессы оплодотворения и тем самым существенно снижают завязываемость плодов;

- наибольшая устойчивость генеративных почек к морозам после оттепели отмечена у сортов абрикоса Кичигинский, Пикантный, Любительский, Ульянихинский, алычи Ранняя розовая, Иволга, Кубанская комета, сливы домашней Ночка, Этюд;

- наибольшим урожаем за годы исследований характеризовались сорта абрикоса Ульянихинский, Викинг, алычи Ранняя розовая, Иволга, сливы домашней Ночка, Этюд, Венгерка Корнеевская, Ренклюд тамбовский, Утро.

Финансирование

Исследование не получало внешнего финансирования.

Funding

The study did not receive external funding.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Богданов Р.Е. Слива // Совершенствование исходного материала и создание новых сортов косточковых культур. Мичуринск: ВНИИГИСПР, 2008. 31-54. <https://elibrary.ru/yozdxbx>
2. Богданов Р.Е. Влияние неблагоприятных факторов зимнего и вегетационного периодов 2022-23 г на продуктивность растений сливы домашней // Современное садоводство. 2023. 4. 106-114. <https://elibrary.ru/ujoizv>
3. Джигадло Е.Н., Колесникова А.Ф., Еремин Г.В., Морозова Т.В., Дебискаева С.Ю., Каньшина М.В., Медведева Н.И., Симагин В.С. Косточковые культуры // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Седова Е.Н., Огольцовой Т.П. Орел: ВНИИСПК, 1999. С 300-350. <https://elibrary.ru/yhaqhp>
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336. <https://elibrary.ru/zjtylb>
5. Еремин Г.В. Слива и алыча. Харьков: Фолио, 2003. 302. <https://elibrary.ru/rrotxt>
6. Заремук Р.Ш., Богатырёва С.В. Создание адаптивных и продуктивных сортов сливы домашней на Юге России // Достижения науки и техники АПК. 2012. 5. 18-20. <https://elibrary.ru/oybyrj>
7. Заремук Р.Ш. Адаптивный сортимент сливы для экологически устойчивого производства плодов в Краснодарском крае // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013. 20. 1-7. <https://elibrary.ru/pxbjdd>
8. Кашин В.И. Научные основы адаптивного садоводства. М.: Колос, 1995. 293.
9. Матвеев В.А., Волот В.С. Хозяйственная и селекционная ценность сортов и гибридов сливы домашней коллекции РУП «Институт плодководства» (Беларусь). // Плодоводство. 2010. 22(1). 102-113.
10. Ожерельева З.Е., Болгова А.О. Выделение для селекционного использования устойчивых к весенним заморозкам сортов сливы из биоресурсной коллекции ВНИИСПК // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2023. 6. 65-70. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/6/65-70>
11. Осипов Г.Е., Осипова З.А. Селекция сливы на зимостойкость в Татарском НИИСХ // Достижения науки и техники АПК. 2010. 11. 56-58. <https://elibrary.ru/ndazcv>

12. Пряхина М.С., Упадышева Г.Ю. Влияние весенних заморозков на продуктивность косточковых культур и фитосанитарное состояние насаждений // Плодоводство и ягодоводство России. 2024. 79. 82-90. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2024-79-82-90>
13. Симонов В.С., Высоцкий В.А., Кулемяков С.Н. Получение новых зимостойких сортов сливы с использованием методов биотехнологии // Садоводство и виноградарство. 2013. 4. 15-19. <https://elibrary.ru/ramrfx>
14. Симонов В.С., Бурменко Ю.В. Роль генотипа сливы в наследовании признака устойчивости к низким отрицательным температурам // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. 22, 4. 542-550. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.542-550>
15. Смирнов Ю.А., Смирнова Г.С., Богданов Р.Е. Слива // Создание новых сортов и доноров ценных признаков на основе идентифицированных генов плодовых растений. Мичуринск: ФНЦ им. И.В. Мичурина, 2002. 91-108. <https://elibrary.ru/zpcixr>
16. Солонкин А.В., Еремин Г.В. Использование местных и новых сортов Нижнего Поволжья в селекции адаптивных сортов сливы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2017. 134. 368-378. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-134-031>
17. Тюрина М.М., Гоголева Г.А., Ефимова Н.В. и др. Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях: методические рекомендации. М.: ВСТИСП, 2002. 119.
18. Юшков А.Н. Селекция плодовых растений на устойчивость к абиотическим стрессорам. Мичуринск: ФНЦ им. И.В. Мичурина, 2019. 332. <https://elibrary.ru/zaplzr>

References

1. Bogdanov, R.E. (2008). Plum. In *Improvement of the Source Material and the Creation of New Cultivars of Stone Fruit Crops* (pp. 31-54). <https://elibrary.ru/yoizdbx>. (In Russian).
2. Bogdanov, R.E. (2023). Adverse factors effect of the winter and growing seasons of 2022-2023 on the productivity of domestic plum plants. *Contemporary Horticulture*, 4, 106-114. <https://elibrary.ru/ujoizv>. (In Russian, English abstract).
3. Dzhigadlo, E.N., Kolesnikova, A.F., Eremin, G.V., Morozova, T.V., Debiskayeva, S.Y., Kanshina, M.V., Medvedeva, N.I., & Simagin, V.S. (1999). Stone fruit crops. In: E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds), *Program and Methods of Variety Study of Fruit, Berry and Nut Crops* (pp. 300-351). VNIISPK. <https://elibrary.ru/yhaqhp>. (In Russian).
4. Dospekhov, B.A. (1973). *Field Experiment Methodology*. Kolos <https://elibrary.ru/zjtylb>. (In Russian).
5. Eremin, G.V. (2003). *Plum and Cherry Plum*. Folio. (In Russian).
6. Zaremuk, R.Sh., & Bogatyreva, S.V. (2012). Creation of adaptive and productive grades of plum house in the South of Russia. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, 5, 18-20. <https://elibrary.ru/oybyrj>. (In Russian, English abstract).
7. Zaremuk, R.Sh. (2013). Adaptive assortment of plum for ecological stable production in the Krasnodar Region. *Fruit Growing and Viticulture of the South of Russia*, 20, 1-7. <https://elibrary.ru/pxbjdd>. (In Russian, English abstract).
8. Kashin, V.I. (1995). *The Scientific Basis of Adaptive Gardening*. Kolos. (In Russian).
9. Matveyev, V.A., & Volot, V.S. (2010). Economical and breeding value of plum cultivars and hybrids in The Institute For Fruit Growing. *Fruit Growing*. 22(1), 102-113. (In Russian, English abstract).
10. Ozhereleva, Z.E., & Bolgova, A.O. (2023). Selection for breeding use of plum varieties resistant to spring frosts from the bioresource collection of VNIISPK. *Vestnik of the Russian*

- Agricultural Science*, 6, 65-70. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/6/65-70>. (In Russian, English abstract).
11. Osipov, G.E., & Osipova, Z.A. (2010). Bbreeding for winter hardiness in Tatar Agricultural Research Institute. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, 11, 56-58. <https://elibrary.ru/ndazcv>. (In Russian, English abstract)
 12. Pryakhina, M.S., & Upadysheva, G.Yu. (2024). Impact of spring frosts on the productivity of stone fruit crops and phytosanitary condition of plantations. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*, 79, 82-90. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2024-79-82-90>. (In Russian, English abstract).
 13. Simonov, V.S., Vysotsky, V.A., & Kulemekov, S.N. (2013). Obtaining of winterhardy plum varieties by means of biotechnological technique. *Horticulture and Viticulture*, 4, 15-19. <https://elibrary.ru/ramrfx>. (In Russian, English abstract)
 14. Simonov, V.S., & Burmenko, Yu.V. (2021). The role of the plum genotype in the inheritance of the trait of resistance to low negative temperatures. *Agricultural Science Euro-North-East*, 22(4), 542-550. <https://doi/10.30766/2072-9081.2021.22.4.542-550>. (In Russian, English abstract).
 15. Smirnov, Yu.A., Smirnova, G.S., & Bogdanov, R.E. (2002). Plum. In *Creation of New Cultivars and Donors of Valuable Traits Based on the Identified Genes of Fruit Plants* (pp. 91-108). I.V. Michurin FSC. <https://elibrary.ru/zpcixr>. (In Russian).
 16. Solonkin, A.V., & Eremin, G.V. (2017). Use of local and new varieties of the Lower Volga in the selection of adaptive varieties of plum. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*, 134, 368-378. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-134-031>. (In Russian, English abstract).
 17. Tyurina, M.M., Gogoleva, G.A., Efimova, N.V., et al. (2002). *Determination of the Resistance of Fruit and Berry Crops to Stressors of the Cold Season in Field and Controlled Conditions*. ARHIBAN. (In Russian)
 18. Yushkov, A.N. (2019). *Breeding Fruit Plants for Resistance to Abiotic Stressors*. I.V. Michurin FSC. <https://elibrary.ru/zaplzr>. (In Russian).

Автор:

Роман Евгеньевич Богданов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории частной генетики и селекции, ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина», vniigispr3@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-4432-3245
SPIN: 6537-3519

Author:

Roman E. Bogdanov, PhD in Agriculture, Leading Researcher at the Private Genetics and Breeding Laboratory of I.V. Michurin Federal Scientific Center vniigispr3@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-4432-3245
SPIN: 6537-3519

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 634.8:004.415

Перспективы выращивания винограда в Волгоградской области с учётом экологической пластичности культуры и климатических особенностей региона

М.И. Иванова¹, Д.В. Потанин¹ , В.И. Иванченко¹

¹Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 295007, проспект Академика Вернадского, 4, г. Симферополь, Республика Крым, Россия, cfuv@crimeaedu.ru

Аннотация

Увеличение производства винограда в Российской Федерации только за счет размещения виноградников исключительно на юге страны может привести к замещению других культур в южных регионах. Поэтому одним из направлений развития виноградарства является размещение данной культуры в более северных регионах, где виноград, как высокодоходная культура, сможет увеличить спектр производства продукции, а также удовлетворить потребность населения. Подобные исследования ведутся в Волгоградской области, которая пока ещё входит в пояс укрывной культуры винограда. Цель исследования: провести анализ климатических факторов Волгоградской области и параметров экологических требований существующего сортимента винограда, внесённого в Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, которые могут обеспечить успешное выращивание данной культуры в неукрывных условиях. В ходе выполнения работы проведен сравнительный анализ климатических показателей, собранный с 20 метеостанций Волгоградской области за период с 2005 по 2024 гг. по теплообеспеченности (суммы температур выше 10°C), а также вероятностных параметров минимальных температур воздуха в зимний период на уровне значимости 5 и 95%. Установлена принципиальная возможность рационального размещения промышленных виноградников в Волгоградской области. В Дубовском, Ленинском и Среднеахтубинском районах возможное выращивание винограда включая сорта позднего срока созревания. В Даниловском, Еланском, Жирновском, Нехаевском, Новониколаевском, Руднянском и Урюпинском районах сортимент ограничивается сортами раннесреднего срока созревания. В Алексеевском, Киквидзенском, г.о. Михайловка, Новоаннинском, Ольховском и Фроловском районах возможно производство сортов винограда среднего срока созревания. В остальных районах возможно выращивание среднепоздних сортов. Уровень морозостойкости сортов, равный минус 35°C, позволяет выращивать в условиях неукрывного виноградарства практически во всех районах Волгоградской области. Наиболее пригодны для неукрывного виноградарства Суровикинский, а также Котельниковский и Октябрьский районы.

Ключевые слова: виноград, сорт, теплообеспеченность, морозостойкость, неукрывное виноградарство, Волгоградская область

Prospects of grape cultivation in the Volgograd region, taking into account the ecological plasticity of culture and climatic features of the region

M.I. Ivanova¹, D.V. Potanin¹ , V.I. Ivanchenko¹

¹Agrotechnological Academy of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Prospekt Vernadskogo 4, Simferopol, Republic of Crimea, Russia, 295007, cfuv@crimeaedu.ru

Abstract

An increase in grape production solely due to its location exclusively in the south of the country may lead to the need to displace other crops from these regions. One of the directions is to place viticulture in more northern regions, where grapes, as a highly profitable crop, will be able to increase the range of production, as well as meet the needs of the population. Similar studies are underway in the Volgograd region, which is still included in the belt of mandatory cover technologies for plant management. The purpose of the study: to analyze the climatic factors of the Volgograd region and the parameters of the environmental requirements of the existing grape variety included in the State Register of varieties and hybrids of agricultural plants that can ensure the successful cultivation of this crop in continuous conditions. In the course of the work, a comparative analysis of climate indicators was carried out, collected from 20 weather stations in the Volgograd region for the period from 2005 to 2024. in terms of heat supply (accumulation of the sum of temperatures above 10°C), as well as the probabilistic parameters of minimum air temperatures in winter at the significance levels of 5% and 95%. The fundamental possibility of rational creation of industrial vineyards in the Volgograd region has been established. In Dubovsky, Leninsky and Sredneakhtubinsky districts, it is possible to grow grape varieties up to a late ripening period. In Danilovsky, Elansky, Zhirnovsky, Nekhaevsky, Novonikolaevsky, Rudnyansky and Uryupinsky districts, the sorting is limited to the early-middle ripening period. In Alekseevsky, Kikvidzensky, Mikhaylovka, Novoanninsky, Olkhovsky and Frolovsky districts, it is possible to produce grapes up to the average ripening period. In other areas, it is possible to grow varieties up to and including the mid-late period. The frost resistance level of the varieties, equal to minus 35°C, makes it possible to grow in conditions of continuous viticulture in almost all districts of the Volgograd region. Surovinsky, as well as Kotelnikovskiy and Oktyabrskiy districts are the most suitable for viticulture in the open ground.

Key words: grapes, variety, heat supply, frost resistance, continuous viticulture, Volgograd region

Введение

В последние 10 лет виноградарство в России одна из интенсивно развивающихся отраслей растениеводства (Магомедов и др., 2024). Несмотря на сравнительно высокие темпы развития, на сегодня производство виноградovinodelьческой продукции в пересчёте на одного жителя России в пределах 6,49 кг (908 тыс. т). При этом годовая норма потребления только винограда в свежем виде составляет 6 кг/человека. Однако подавляющее большинство выращенной продукции перерабатывается и не поступает населению в свежем виде (Brito et al., 2024; Sun et al., 2023; Rouxinol et al., 2023; Магомедов и др., 2024). Страны с развитым виноградарством производят на порядок больше продукции. Так во Франции в 2022 году получено 6,2 млн. т винограда или 100 кг на человека. То есть, для удовлетворения потребностей населения в свежей и переработанной продукции в сопоставимых с крупнейшими по производству винограда странами, российским сельхозтоваропроизводителям следуеткратно увеличить объёмы производства собственной продукции (Овчинников и др., 2020).

С другой стороны, большая часть земель сельскохозяйственного назначения в России находится за пределами границ неукрывного виноградарства, которые устанавливались ещё в 50-е годы прошлого века (Территориальное деление виноградопригодных земель Российской Федерации (В редакции Распоряжения Правительства Российской Федерации от 09.04.2021 № 913-п) <http://government.ru/docs/all/132060/>). Большинство регионов, где виноград традиционно выращивался в промышленных насаждениях, и сегодня считаются зонами укрывного виноградарства. Однако именно неукрывное производство продукции

может считаться более эффективным и конкурентоспособным в условиях рыночной экономики (Курапина и др., 2018; Atak, 2024). В южных регионах высокий уровень распаханности земель и вовлечения в сельскохозяйственное производство, поэтому увеличение производства винограда только за счёт размещения исключительно на юге страны может привести к вытеснению других культур. Одно из направлений решения данного вопроса является размещение культуры в более северных регионах, где виноград, как высокодоходная культура, сможет увеличить спектр производства продукции, а также удовлетворить потребность населения (Barry et al., 2024; Naulleau et al., 2021; Курапина, Котельникова, 2019).

Подобная работа проводится за рубежом, как поиск новых терруаров, зон перспективного распространения промышленного выращивания винограда в новых районах (Fonseca et al., 2024; Zhang et al., 2024). Актуальность такого плана исследований обусловлена глобальными процессами изменения климата, а также расширением экологической пластичности вновь выводимых сортов винограда (Lisetskii et al., 2025;). При этом селекционерами, помимо улучшения качества урожая, внедряются сорта, как гибридные, так и клоновые, обладающие повышенной устойчивостью к неблагоприятным абиотическим факторам окружающей среды (Buzási, 2021). Определение пригодности климата для виноградарства осуществляется на проведении сравнительного анализа между параметрами морозостойкости и потребности к суммам активных температур для прохождения вегетационного периода у отдельных сортов и соответствующими параметрами, сложившихся на территории посредством регрессионного, кластерного, корреляционного и других методов (Kosulnikova et al., 2020; Simeunović et al., 2025).

В России в данный период работа ведётся, в основном, по выведению сортов винограда с повышенной морозостойкостью (Лытов, Гуренко, 2024). Данный подход на фоне снижения зимних минимальных, а также сумм отрицательных температур создает возможность продвигать виноград в ранее не используемые для промышленного виноградарства территории. Подобные исследования ведутся в Волгоградской области, которая пока ещё входит в пояс обязательной укрывной культуры винограда (Овчинников и др., 2020). Для получения устойчивых к морозам сортов в селекции используются генотипы, имеющие в родословной вид *Vitis amurensis*, дикие формы которого способны выдерживать снижение температур в период глубокого (органического) покоя до минус 40°C (Курапина, Котельникова, 2019). Уже получены формы, обладающие достаточной устойчивостью для их выращивания без укрытия на зиму (Цику и др., 2020; Шагалов, Курапина, 2021; Курапина, Котельникова, 2019). Однако пока эти гибридные формы не получают широкого внедрения в производство. В Государственном реестре сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию (далее Госреестр), по состоянию на 2025 год уже включено 411 сортов винограда, часть из которых отличается экстремальной морозостойкостью до минус 35°C (Иванова и др., 2025). Необходимо на уже имеющемся сорimente, допущенном к выращиванию в России, подобрать зоны, а также сами сорта, соответствующие как климатическим особенностям территории, так и экологическим требованиям растений к условиям выращивания, позволяющие обеспечить максимальный уровень продуктивности на фоне оптимизации затрат на выращивание.

Цель исследования: провести анализ климатических факторов Волгоградской области и параметров экологических требований у существующего соримента винограда, внесённого в Госреестр, которые могут обеспечить успешное выращивание данной культуры без укрытия на зиму.

Материалы и методы

Анализ климатических условий Волгоградской области и сортимента винограда проводился в качестве инициативной работы авторов статьи. За основу взят список сортов из Госреестра (gossortrf.ru).

В ходе выполнения работы проведен сравнительный анализ климатических показателей, собранный с 20 метеостанций Волгоградской области за период с 2005 по 2024 гг. по теплообеспеченности (сумма температур выше 10°C), а также вероятностных параметров минимальных температур воздуха в зимний период на уровне значимости 5% и 95%.

Изменчивость сумм температур выше 10°C сравнивали с потребностью накопления тепла для групп сортов по срокам созревания. При этом минимальное значение доверительного интервала принималось как показатель, обеспечивающий гарантированное прохождение вегетации у сортов винограда того или иного сроков созревания.

Прогноз изменчивости хода минимальных температур воздуха проведен вариационным анализом параметрических данных по t-критерию (вариационный анализ параметрических данных Стьюдента) на 5%-ном уровне значимости для каждых суток за 2005...2024 гг. Минимальные значения доверительного интервала принимались за вероятность 95%, а размаха варьирования – за 5%. Все вероятности для отдельной экстремальной температуры для групп сортов по уровню морозостойкости суммировались в значения сумм вероятностей. При этом, безопасной для неукрывного ведения винограда принята вероятность повреждения групп сортов (пересечение граничного параметра морозостойкости) в пределах от 0% до 20%.

Все данные по суммам температур выше 10°C в сравнении с потребностью групп сортов по срокам созревания, а также вероятности повреждения групп по морозостойкости наносились на контурные карты Волгоградской области в виде окрашивания территории отдельных административных районов в соответствии с анализом данных, полученных от обслуживающих их метеостанций.

Результаты и их обсуждение

Волгоградская область, с точки зрения виноградарства, отнесена к регионам перспективного развития промышленного выращивания этой культуры. Однако пока не проводился детальный анализ существующего, включённого в Госреестр сортов на пригодность к выращиванию в промышленных насаждениях. Для того, чтоб определиться с тем, может тот или иной сорт обеспечить эффективный рост и развитие в каждом конкретном регионе, необходимо в первую очередь провести сравнительный анализ между экологическими требованиями сортов и условиями в каждом конкретном районе. Виноград как многолетняя культура взаимодействует с климатическими факторами окружающей среды с точки зрения теплообеспеченности территории – для прохождения вегетационного периода и формирования урожая, а также с холодовым периодом в зимний период, который должен по минимальным температурам воздуха быть ниже, чем уровень экстремальной устойчивости сортов, чтобы избежать повреждения вегетативных и генеративных образований, сформировавшихся на надземной части кустов.

В наших исследованиях проведено подробное изучение данных параметров для Волгоградской области. В итоге было установлено, что в целом территория региона подходит для выращивания винограда (рисунок 1), однако в различных районах отмечается неравномерность распределения сортов по срокам созревания, способных обеспечить нормальное прохождение вегетационного периода.

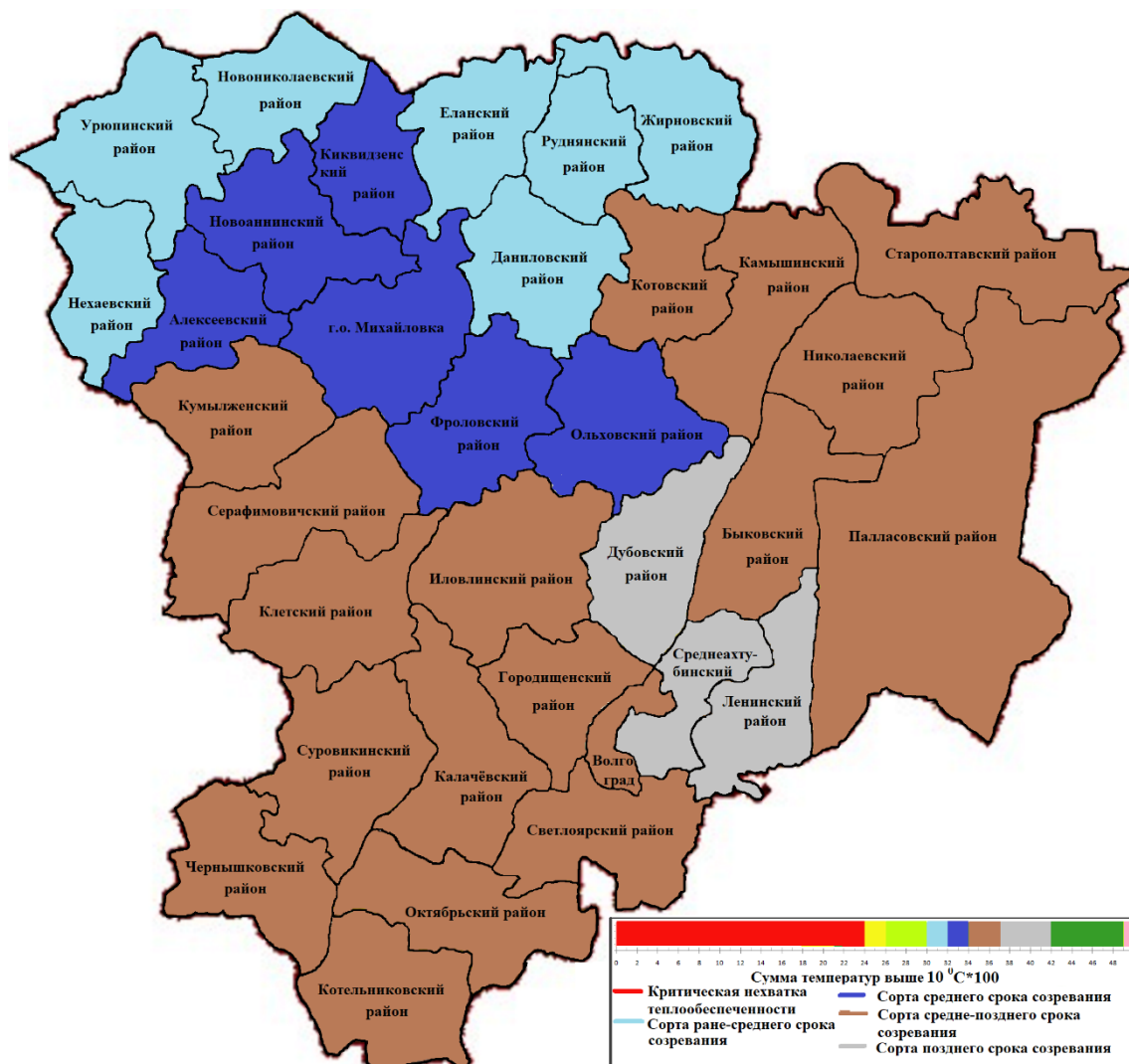


Рисунок 1 – Оптимизация выбора групп сортов винограда по срокам созревания по сумме температур выше 10°С в Волгоградской области

Принимая во внимание, что для прохождения вегетационного периода винограду необходимо накопление сумм температур выше 10°С (Лазаревский, 1961):

- для сортов очень раннего срока созревания – не менее 2400°С;
- для сортов раннего срока созревания – не менее 2600°С;
- для сортов раннесреднего срока созревания – не менее 3000°С;
- для сортов среднего срока созревания – не менее 3200°С;
- для сортов среднепозднего срока созревания – не менее 3400°С;
- для сортов позднего срока созревания – не менее 3700°С;
- для сортов очень позднего срока созревания – не менее 4200°С, а также проводя

сравнение с климатическими нормами для каждого из административных районов было установлено, что на территории Волгоградской области выращивание сортов винограда очень позднего срока созревания в неукрывных условиях будет нецелесообразным. В Дубовском, Ленинском и Среднеахтубинском районах возможно выращивание сортов винограда позднего срока созревания. В северной части области в Даниловском, Еланском, Жирновском, Нехаевском, Новониколаевском, Руднянском и Урюпинском районах, вследствие значительного отличия от других районов в виде снижения накапливаемых сумм

температур воздуха выше 10°C, сортимент ограничивается сортами раннесреднего срока созревания. В Алексеевском, Киквидзенском, г.о. Михайловка, Новоаннинском, Ольховском и Фроловском районах возможно производство винограда среднего срока созревания. В остальных, не перечисленных выше районах, возможно выращивание среднепоздних сортов.

Такое распределение сортов винограда по срокам созревания является прогнозным и не учитывает микрозональных особенностей каждого отдельного участка по его экспозиции, а также угрозы влияния других неблагоприятных факторов окружающей среды.

Другой исключительно важный климатический фактор, оказывающий влияние на возможность промышленного выращивания многолетних культур – минимальные температуры в зимний период. У винограда, как лиановидного растения с эластичной многолетней древесиной, надземная часть может быть защищена от критически низких зимних температур путём укрытия слоем почвы, который равен или превышает глубину промерзания грунта. Однако несмотря на широкое распространение подобной технологии выращивания, она является исключительно трудо- и энергозатратной, требующей использования специального оборудования. Кроме этого, при использовании подобных технологий появляются серьёзные ограничения в выборе приёмов обработки почвы и ухода за растениями. Так, при укрытии кустов на зиму, невозможно применять в междурядьях технологию залужения, кусты винограда должны формироваться без штамба с постоянным обновлением рукавов (вееров) надземной части растения, поскольку со временем от механической укрывки они обламываются и требуют обновления от головы куста. Естественно, что контакт лозы с почвой может приводить к накоплению спор и развитию болезней на поверхности древесины. Также в зимне-весенний период при наличии устойчивого снежного покрова, а весной при его таянии, может наблюдаться выпревание зимующих глазков, что напрямую снижает потенциальную продуктивность насаждений, или, в худшем случае и гибель надземной части растений.

Поэтому при имеющейся возможности уйти от укрывного виноградарства за счёт морозостойких сортов, имеющих больший уровень устойчивости к действию отрицательных температур, следует использовать именно их.

У винограда, сорта по устойчивости к морозам в зимний период делят на несколько групп (Стоев, 2013):

- слабоморозостойкие – до минус 21°C;
- среднеморозостойкие – до минус 23°C;
- относительно морозостойкие – до минус 25°C;
- североамериканские виды и их гибриды с *Vitis vinifera* – до минус 32°C;
- *Vitis amurensis* и их гибриды с *Vitis vinifera* – до минус 40°C.

С точки зрения производства, считается допустимым риск снижения продуктивности насаждений с вероятностью 20%, поэтому, в ходе расчётов учитывался прогноз возможного появления повреждений для каждой из групп сортов по уровню морозостойкости на данном уровне. При нанесении на карты Волгоградской области вероятностей подмерзания было установлено, что слабоморозостойкие и среднеморозостойкие сорта винограда в условиях неукрывной культуры виноградарства выращиваться не могут, поскольку вероятность повреждения превышает 90%. То есть, данные группы не смогут обеспечить получение урожаев практически за весь период существования насаждений. Наиболее приемлемым для неукрывного виноградарства может считаться выбор сортимента, имеющего в своей родословной североамериканские виды винограда (рисунки 2).

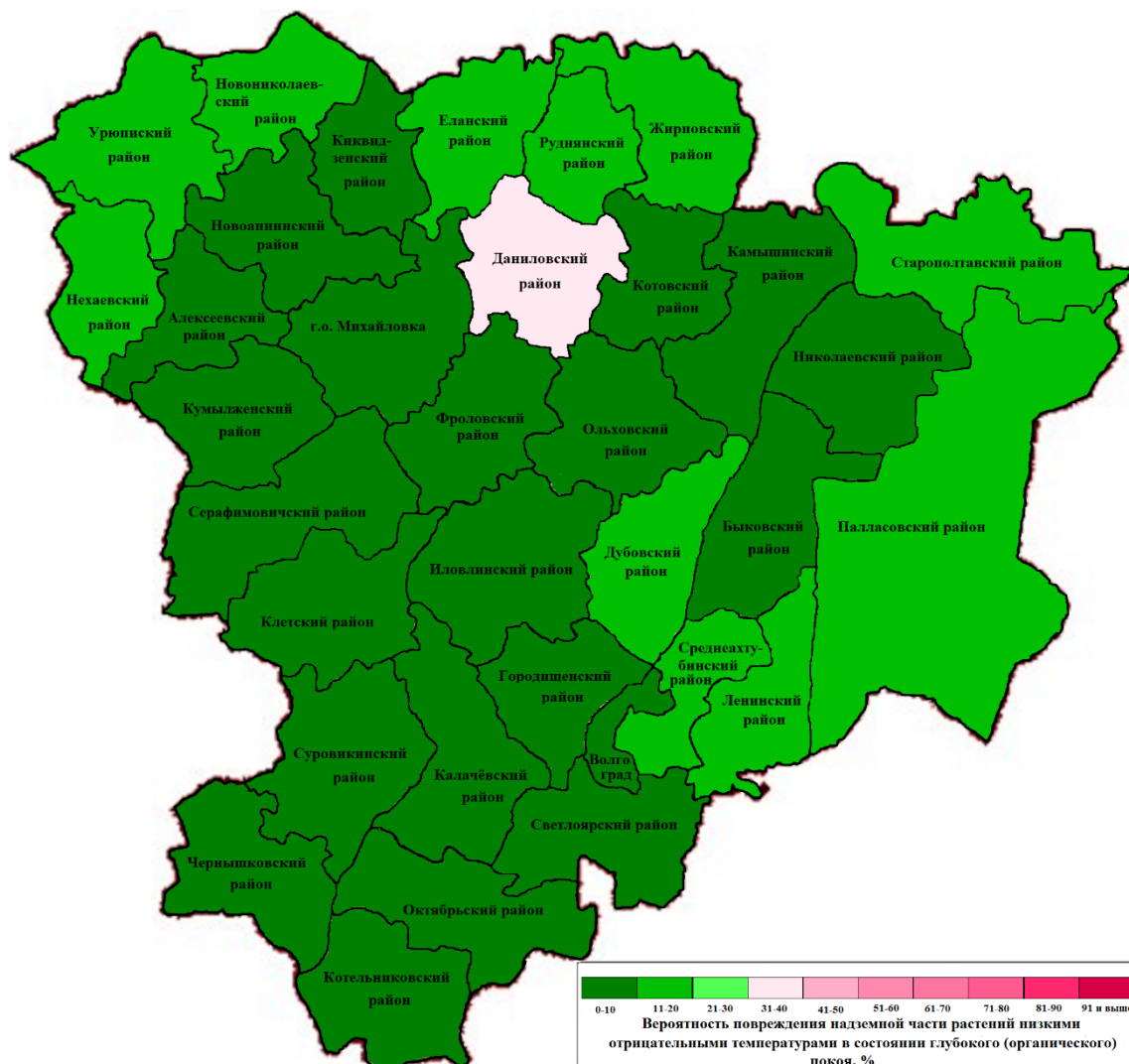


Рисунок 2 – Вероятность повреждения морозами винограда североамериканских видов и их гибридов с *Vitis vinifera*, в период глубокого (органического) покоя в Волгоградской области

У данной группы сортов по морозостойкости ограничения к выращиванию в неукрывной культуре будут отмечаться только в Даниловском районе, где прогнозируемая вероятность повреждения зимними морозами в пределах от 31 до 40%. В Дубовском, Еланском, Жирновском, Ленинском, Нехаевском, Новониколаевском, Палласовском, Руднянском, Среднеахтубинском, Старополтавском и Урюпинском районах соответственный показатель находится в пределах от 11 до 20%, что уже является приемлемым с точки зрения ожидаемых потерь. Во всех остальных районах повреждения винограда данной группы морозостойкости в зимний период отмечаться не будет, либо они будут не существенными.

При повышении уровня устойчивости виноградных насаждений за счёт использования межвидовых гибридов *Vitis vinifera* с *Vitis amurensis* различных поколений, отобранных по высокому уровню их морозостойкости, практически вся территория Волгоградской области будет пригодна для производства винограда в неукрывной культуре. Подобные исследования уже ведутся в данном регионе (Цику и др., 2020; Шагалов, Курапина, 2021; Курапина, Котельникова, 2019) и получены положительные результаты, на данный момент пока не завершённые включением полученных сортов в Госреестр. Селекционный процесс

по выведению новых сортов – достаточно продолжительный и зачастую составляет не один десяток лет от начала гибридизации до включения их в Госреестр. Поэтому до появления обновлённого сортимента целесообразно рассматривать уже имеющийся в Госреестре набор с известными значениями по морозостойкости и сроками созревания, которые можно уже сейчас рекомендовать к внедрению для неукрывного виноградарства для каждого конкретного региона. Для этого нами выполнен расчёт по прогнозу вероятности повреждения 404 сортов в различных районах Волгоградской области (таблицы 1, 1s). В таблице 1 показаны результаты обработки данных сравнительного анализа между минимальными температурами воздуха по метеостанциям, обслуживающим отдельные районы, и наиболее устойчивых к низким температурам образцов из 404 сортов винограда, включённых в Госреестр по состоянию на начало 2025 г. При этом уровни морозостойкости для сортов принимались за достоверные на основе данных заявителей или из научных публикаций.

Таблица 1 – Количество сортов, включённых в Госреестр, пригодных для выращивания в неукрывных условиях на территории Волгоградской области

Район	Сорта по направлению использования		
	Технические	Универсальные	Столовые
Даниловский, Еланский, Жирновский, Нехаевский, Новониколаевский, Палласовский, Руднянский, Старополтавский, Урюпинский	1	1	0
Алексеевский, Дубовский, Ленинский, Киквидзенский, Михайловка, Новоаннинский, Ольховский, Среднеахтубинский, Фроловский	3	2	0
Иловлинский, Чернышковский	5	6	1
Быковский, Камышинский, Котовский, Николаевский, Калачёвский	5	6	1
Городищенский, Светлоярский	5	6	2
Клетский, Серафимовичский, Кумылженский	6	6	2
Суровикинский	28	21	12
Котельниковский, Октябрьский	21	15	4

Примечание: детальная информация приведена в таблице 1s дополнительных материалов

Из представленных данные видно, что сорта с морозостойкостью до минус 35°C, пригодны для выращивания во всех районах Волгоградской области в неукрывной культуре.

В число таких сортов входят технические – Кристалл, Брускам, Левокумский и технически-столовые – Башкирский, Амурский прорыв. У столового сортимента представителей с подобной устойчивостью нет.

Наименьшим выбором для производства неукрывной продукции характеризуется столовый сортимент. Для таких районов как: Алексеевский, Даниловский, Дубовский, Еланский, Жирновский, Киквидзенский, Ленинский, г.о. Михайловка, Нехаевский, Новониколаевский, Новоаннинский, Ольховский, Палласовский, Руднянский, Среднеахтубинский, Старополтавский, Урюпинский, Фроловский и Чернышковский выращивание данной группы из включённых в Госреестр сортов винограда в неукрывной культуре невозможно.

Наиболее пригодны для неукрывного виноградарства Суровикинский, а также Котельниковский и Октябрьский районы. Именно для этих районов отмечается наибольший по численности, а также выбору по срокам созревания сортимент для производства

винограда в неукрывной культуре. В таблице 1s такие сорта отмечены зелёной заливкой и уровень подмерзания для них отмечен на уровне от 0 до 20%.

Следует отметить, что многие сорта винограда, которые могут по уровню их морозостойкости и срокам созревания (пригодность по теплообеспеченности) выращиваться в Волгоградской области, допущены к выращиванию в шестой агроклиматической зоне (Северно-Кавказский регион).

Это обстоятельство при внедрении данных сортов в производство создаёт ограничение по возможности субсидирования затрат на закладку промышленных насаждений. Поэтому в перспективе заявителям при подаче сорта с повышенной морозоустойчивостью на государственное сортоиспытание рекомендуется не ограничивать регион испытаний только местом выведения, а также включать регионы, где уровни теплообеспеченности, а также морозостойкости позволяют выращивать их в условиях неукрывной культуры.

Выводы

1. Обоснована принципиальная возможность рационального создания промышленных виноградников в Волгоградской области.

2. Установлено, что в Дубовском, Ленинском и Среднеахтубинском районах возможно выращивание сортов винограда от очень раннего до позднего срока созревания. В Даниловском, Еланском, Жирновском, Нехаевском, Новониколаевском, Руднянском и Урюпинском районах, сортимент ограничивается сортами раннесреднего срока созревания. В Алексеевском, Киквидзенском, г.о. Михайловка, Новоаннинском, Ольховском и Фроловском районах возможно производство винограда среднего срока созревания. В остальных районах возможно выращивание сортов среднепозднего срока включительно.

3. Сорта с морозостойкостью до минус 35°C допустимо выращивать в условиях неукрывного виноградарства практически во всех районах Волгоградской области.

4. Наиболее пригодны для неукрывного виноградарства Суровикинский, а также Котельниковский и Октябрьский районы.

5. Для расширения сортимента в северных регионах промышленного виноградарства включаемые в Госреестр сорта, характеризующиеся повышенной морозостойкостью, следует рассматривать не только для региона выведения, но и для других регионов, где уровни теплообеспеченности, а также морозостойкости позволяют выращивать их в условиях неукрывных насаждений.

Финансирование

Исследование не получало внешнего финансирования.

Funding

The study did not receive external funding.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Иванова М.И., Иванченко В.И., Потанин Д.В. Оценка сортимента винограда, внесённого в государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации, как этапа распространения отрасли в новых агроклиматических зонах // Земледелие. 2025. 4. 37-41. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2025-4-1-48>

2. Курапина Н.В., Котельникова С.С. Получение экологически чистой продукции винограда на основе амурских гибридных форм // Агропромышленные технологии Центральной России. 2019. 4. 45-49. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2019-14-45-49>
3. Курапина Н.В., Лавренко К.В., Котельникова С.С. Технология выращивания посадочного материала амурского винограда (*Vitis amurensis*) на светло-каштановых почвах Волгоградской области // Актуальные вопросы науки. 2018. 38. 191-193. <https://www.elibrary.ru/xsuwot>
4. Лазаревский М. А. Роль тепла в жизни европейской виноградной лозы. Ростов: Ростовский университет. 1961. 100.
5. Лытов М.Н., Гуренко В.М. Оценка адаптивного потенциала перспективных винных сортов винограда в условиях резкоконтинентального климата Нижнего Поволжья // Современное состояние и инновационные пути развития мелиорации и орошаемого земледелия: материалы конференции. Махачкала: Дагестанский ГАУ, 2024. 162-170. <https://doi.org/10.25691/i2899-2390-7253-o>
6. Магомедов М.Г., Мукайлов М.Д., Ахмедов А.М., Макуев Г.А., Рамазанов О.М., Омаров Ш.К., Ашурбекова Ф.А., Магомедов Н.Д. Современное состояние развития виноградарства и виноделия Российской Федерации и меры по их совершенствованию // Проблемы развития АПК региона. 2024. 2. 56-65. https://doi.org/10.52671/20790996_2024_2_56
7. Овчинников А.С., Бородычев В.В., Гуренко В.М. К вопросу разработки закона и программы развития отрасли виноградарства и виноделия в Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. 2. 14-28. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2020-02-01>
8. Стоев К. Физиология винограда и основы его возделывания. М.: Книга по требованию, 2013. 386.
9. Территориальное деление виноградопригодных земель Российской Федерации // Ассоциация виноградарей и виноделов России. URL: <https://www.avvp.pf/20240830/59872.html>
10. Цику Д.М., Гусев С.Э., Петров В.С. Агробиологические показатели новых столовых гибридных форм винограда в стрессовых агроэкологических условиях Волгоградской области // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. 65. 116-126. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-5-65-116-126>
11. Шагалов Ю.В., Курапина Н.В. Направления селекции винограда для условий Волгоградской области // Агробиотехнология-2021: материалы конференции. М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. 772-777. <https://www.elibrary.ru/wqjxec>
12. Atak A. Climate change and adaptive strategies on viticulture (*Vitis* spp.) // Open Agriculture. 2024. 9. <https://doi.org/2022058>. 10.1515/opag-2022-0258
13. Barry M., Wreford A., Knook J., Teixeira E., Monge J., Parker A. Diversification as a climate change adaptation strategy in viticulture systems: winegrowers' insights from Marlborough, New Zealand // Agroecology and Sustainable Food Systems. 2024. 49. 494-517. <https://doi.org/10.1080/21683565.2024.2426490>
14. Brito C., Pereira S., Martins S., Monteiro A., Moutinho Pereira J., Dinis L-T. Strategies for achieving the sustainable development goals across the wine chain: a review // Frontiers in Sustainable Food Systems. 2024. 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1437872>
15. Buzási A. Climate vulnerability and adaptation challenges in Szekszárd wine region, Hungary // Climate. 2021. 9. 25. <https://doi.org/10.3390/cli9020025>

16. Fonseca A., Cruz J., Fraga H., Andrade C., Valente J., Alves F., Neto A., Flores R., Santos J. Vineyard microclimatic zoning as a tool to promote sustainable viticulture under climate change // Sustainability. 2024. 16. 3477. <https://doi.org/10.3390/su16083477>
17. Kosulnikova T., Sizeneva L., Sharapov D., Semenova M. Cluster approach to development of wine and gastronomy tourism in Volgograd region // E3S Web of Conferences. 2020. 175. 10017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017510017>
18. Rouxinol M., Martins M. R., Barroso J., Rato A. Wine grapes ripening: a review on climate effect and analytical approach to increase wine quality // Applied Biosciences. 2023. 2. 347-372. <https://doi.org/10.3390/applbiosci2030023>
19. Lisetskii F., Poletaev A., Zelenskaya E. Soil indicators of terroir and their importance for adaptive and sustainable viticulture // Sustainability. 2025. 17. 3166. <https://doi.org/10.3390/su17073166>
20. Naulleau A., Gary C., Prevot L., Hossard L. Evaluating strategies for adaptation to climate change in grapevine production—a systematic review // Frontiers in Plant Science. 2021. 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.607859>
21. Simeunović M., Ratkovic K., Kovač N., Racković T., Fernandes A. A knowledge-driven framework for a decision support platform in sustainable viticulture: integrating climate data and supporting stakeholder collaboration // Sustainability. 2025. 17. 1387. <https://doi.org/10.3390/su17041387>
22. Sun Q., Granco G., Groves L., Voong J., Van Zyl S. Viticultural manipulation and new technologies to address environmental challenges caused by climate change // Climate. 2023. 11. 83. <https://doi.org/10.3390/cli11040083>
23. Zhang C., Lyu C., Hao T., Liu J., Sarhan N., Awwad E., Ghadi Y. Global warming's grip on agriculture: Strategies for sustainable production amidst climate change using regression based prediction // Emirates Journal of Food and Agriculture. 2024. 36. 1-10. <https://doi.org/10.3897/ejfa.2024.125630>

References

1. Ivanova, M.I., Ivanchenko, V.I., & Potanin, D.V. (2025). Evaluation of the grape variety included in the state register of breeding achievements of the Russian Federation as a stage of the spread of the industry in new agro-climatic zones. *Agriculture*, 4, 37-41. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2025-4-1-48>. (In Russian, English abstract).
2. Kurapina, N.V., & Kotelnikova, S.S. (2019). Obtaining environmentally friendly grape products based on Amur hybrid forms. *Agro-Industrial Technologies of Central Russia*, 4, 45-49. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2019-14-45-49>. (In Russian, English abstract).
3. Kurapina, N.V., Lavrenko, K.V., & Kotelnikova, S.S. (2018). Technology of growing the planting material of Amur grapes (*Vitis amurensis*) on light chestnut soils of the Volgograd region. *Current Issues of Science*, 38, 191-193. <https://www.elibrary.ru/xsuwot>. (In Russian, English abstract).
4. Lazarevskiy, M.A. (1961). *The Role of Heat in the Life of the European Vine*. Rostov University. (In Russian).
5. Lytov, M.N., Gurenko, V.M. (2024). Assessment of the adaptive potential of promising wine grape varieties in the harsh continental climate of the Lower Volga region. In *Current State and Innovative Ways of Development of Land Reclamation and Irrigated Agriculture: conference proceedings* (pp. 162-170). Dagestan State Agrarian University. <https://doi.org/10.25691/i2899-2390-7253-o>. (In Russian, English abstract).
6. Magomedov, M.G., Mukailov, M.D., Akhmedov, A.M., Makuyev, G.A., Ramazanov, O.M., Omarov, Sh.K., Ashurbekova, F.A., & Magomedov, N.D. (2024). The current state of development of viticulture and winemaking in the Russian Federation and measures for their

- improvement. *Problems of Development of the Agroindustrial Complex of the Region*, 2, 56-65. https://doi.org/10.52671/20790996_2024_2_56. (In Russian, English abstract).
7. Ovchinnikov, A.S., Borodychev, V.V., & Gurenko, V.M. (2020). On the issue of developing a law and a program for the development of the viticulture and winemaking industry in the Volgograd region. *Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education*, 2, 14-28. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2020-02-01>. (In Russian, English abstract).
 8. Stoev, K. (2013). *Physiology of Grapes and the Basics of its Cultivation*. Book on demand. (In Russian).
 9. Territorial division of the grape-growing lands of the Russian Federation. *Association of winegrowers and winemakers of Russia*. URL: <https://www.abwp.pф/20240830/59872.html>. (In Russian)
 10. Tsiku, D.M., Gusev, S.E., & Petrov, V.S. (2020). Agrobiological indicators of new hybrid table grape forms in the stressful agroecological conditions of the Volgograd region. *Fruit growing and Viticulture of the South of Russia*, 65, 116-126. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-5-65-116-126>. (In Russian, English abstract).
 11. Shagalov, Yu.V., & Kurapina, N.V. (2021). Directions of grape breeding for the conditions of the Volgograd region. In *Agrobiotechnology-2021: conference proceedings* (pp. 772-777). Russian State Agrarian University - Timiryazev Agricultural Academy. <https://www.elibrary.ru/wqjxec>. (In Russian, English abstract).
 12. Atak, A. (2024). Climate change and adaptive strategies on viticulture (*Vitis* spp.). *Open Agriculture*, 9 <https://doi.org/2022058.10.1515/opag-2022-0258>
 13. Barry, M., Wreford, A., Knook, J., Teixeira, E., Monge, J., & Parker, A. (2024). Diversification as a climate change adaptation strategy in viticulture systems: winegrowers' insights from Marlborough, New Zealand. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 49, 494-517. <https://doi.org/10.1080/21683565.2024.2426490>
 14. Brito, C., Pereira, S., Martins, S., Monteiro, A., Moutinho Pereira, J., & Dinis, L-T. (2024). Strategies for achieving the sustainable development goals across the wine chain: a review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1437872>.
 15. Buzási, A. (2021). Climate vulnerability and adaptation challenges in Szekszárd wine region, Hungary. *Climate*, 9, 25. <https://doi.org/10.3390/cli9020025>
 16. Fonseca, A., Cruz, J., Fraga, H., Andrade, C., Valente, J., Alves, F., Neto, A., Flores, R., & Santos, J. (2024). Vineyard microclimatic zoning as a tool to promote sustainable viticulture under climate change. *Sustainability*. 2024, 16, 3477. <https://doi.org/10.3390/su16083477>
 17. Kosulnikova, T., Sizeneva, L., Sharapov, D., & Semenova, M. (2020). Cluster approach to development of wine and gastronomy tourism in Volgograd region. *E3S Web of Conferences*, 175, 10017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017510017>
 18. Rouxinol, M., Martins, M.R., Barroso, J., & Rato, A. (2023). Wine grapes ripening: a review on climate effect and analytical approach to Increase wine quality. *Applied Biosciences*, 2, 347-372. <https://doi.org/10.3390/applbiosci2030023>
 19. Lisetskii, F., Poletaev, A., & Zelenskaya, E. (2025). Soil indicators of terroir and their Importance for adaptive and sustainable viticulture. *Sustainability*, 17, 3166. <https://doi.org/10.3390/su17073166>
 20. Naulleau, A., Gary, C., Prevot, L., & Hossard, L. (2021). Evaluating strategies for adaptation to climate change in grapevine production—a systematic review. *Frontiers in Plant Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.607859>
 21. Simeunović, M., Ratkovic, K., Kovač, N., Racković, T., & Fernandes, A. (2025). A knowledge-driven framework for a decision support platform in sustainable viticulture: integrating climate

- data and supporting stakeholder collaboration. *Sustainability*, 17, 1387. <https://doi.org/10.3390/su17041387>
22. Sun, Q., Granco, G., Groves, L., Voong, J., & Van, Zyl S. (2023). Viticultural manipulation and new technologies to address environmental challenges caused by climate change. *Climate*, 11, 83. <https://doi.org/10.3390/cli11040083>
23. Zhang, C., Lyu, C., Hao, T., Liu, J., Sarhan, N., Awwad, E., & Ghadi, Y. (2024). Global warming's grip on agriculture: strategies for sustainable production amidst climate change using regression based prediction. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 36, 1-10. <https://doi.org/10.3897/ejfa.2024.125630>

Авторы:

Маргарита Игоревна Иванова, кандидат сельскохозяйственных наук, Институт «Агротехнологическая академия», Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, imi_2712@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3749-9525
SPIN: 3403-0429

Дмитрий Валериевич Потанин, доктор с.-х. наук, доцент кафедры плодовоощеводства и виноградарства, Институт «Агротехнологическая академия», Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, potanin.07@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3724-8758
SPIN: 4793-6860

Вячеслав Иосифович Иванченко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры плодовоощеводства и виноградарства, Институт «Агротехнологическая академия», Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, magarach.iv@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8545-4233
SPIN: 7407-5650

Authors:

Margarita I. Ivanova, Candidate of Agricultural Sciences, Agrotechnological Academy of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University, imi_2712@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3749-9525
SPIN: 3403-0429

Dmitry V. Potanin, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Fruit and Vegetable Growing and Viticulture in Agrotechnological Academy of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University, potanin.07@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3724-8758
SPIN: 4793-6860

Vyacheslav I. Ivanchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Fruit and Vegetable Growing and Viticulture in Agrotechnological Academy of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University, magarach.iv@mail.ru
ORCID: 0000-0002-8545-4233
SPIN: 7407-5650

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 634.723.1:632.4

Оценка перспективных сортов смородины чёрной селекции ВНИИСПК по экологической пластичности и стабильности

М.А. Келдибекова¹ , С.Д. Князев¹

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», 302530, Орловская область, Орловский МО, д. Жилина, Россия, info@vniispk.ru

Аннотация

Использование в садоводстве сортов с высоким уровнем адаптации существенно повышает экологическую устойчивость отрасли. Такие сорта обеспечивают достаточно высокую урожайность в благоприятных условиях, и стабильную в стрессовых. В связи с этим, целью исследований являлась оценка экологической пластичности и стабильности перспективных сортов селекции ВНИИСПК. Наблюдения выполнены в 2023...2025 гг. в условиях Орловской области (ЦЧР). Проведен мониторинг 6 сортов по урожайности и дана статистическая оценка по экологической пластичности и стабильности проявления признака по методике S.A. Eberhart, W.A. Russel в редакции В.А. Зыкина с соавторами. Контрольный сорт – Орловская серенада, районированный по Центрально-Чёрноземному региону. В результате исследования выделены 2 сорта, достоверно превышающие эталонный по урожайности в годы исследований: Ариадна, Нарианна, 2 – на уровне контроля: Надя, Нюра. Выделены сорта интенсивного типа с высокими показателями урожайности и экологической пластичности: Ариадна, Нарианна, Нюра, легко приспосабливающиеся к изменяющимся условиям среды. Такие сорта рекомендуется выращивать на высоком агротехническом фоне. Сорта нейтрального типа – Надя и Черноокая, обладающие высокой стабильностью плодоношения, могут быть использованы на экстенсивном фоне, где они способны максимально реализовать свой потенциал при минимуме затрат. Контрольный сорт Орловская серенада и перспективный сорт Ассоль характеризуются соответствием варьирования урожайности и ее составляющих изменяющимся условиям возделывания. Сорт Ариадна – высокоурожайный, экологически пластичный, с относительно стабильным уровнем плодоношения, который представляет интерес в качестве источника для селекции на получение стабильных высокопродуктивных сортов.

Ключевые слова: смородина чёрная, биоресурсная коллекция, урожайность, адаптивность, коэффициент регрессии, показатель стабильности

Evaluation of promising VNIISPК black currant cultivars in terms of ecological plasticity and stability

М.А. Keldibekova¹ , S.D. Knyazev¹

¹Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPК), 302530, Russia, Orel region, Orel MO, Zhilina, VNIISPК, info@vniispk.ru

Abstract

The use of highly adaptable cultivars in horticulture significantly increases the environmental sustainability of the industry. Such cultivars provide sufficiently high yields in favorable conditions, and stable under stressful conditions. In this regard, the purpose of the research was to assess the ecological plasticity and stability of promising VNIISPК breeding cultivars. The observations were carried out in 2023—2025 in the conditions of the Orel region (Central Chernozem Region). 6

cultivars were monitored by yield and a statistical assessment was given on the ecological plasticity and stability of the manifestation of the trait according S.A. Eberhart's & W.A. Russel's method adapted by V.A. Zykin at al. The control cultivar is the 'Orlovskaya Serenada', zoned for the Central Chernozem region. As a result of the study, 2 cultivars were identified that significantly exceeded the reference yield in the years of research: 'Ariadna', 'Narianna', 2 – at the control level: 'Nadia', 'Nyura'. Intensive-type cultivars with high yields and ecological plasticity have been identified: 'Ariadna', 'Narianna', 'Nyura', which easily adapt to changing environmental conditions. It is recommended to grow such varieties on a high agrotechnical background. Neutral type cultivars – 'Nadia' and 'Chernookaya', which have high fruiting stability, can be used on an extensive background, where they are able to maximize their potential with minimal costs. The control cultivar Orlovskaya Serenada and the promising cultivar 'Assol' are characterized by the correspondence of yield variation and its components to changing cultivation conditions. The 'Ariadne' is a highyielding, ecologically plastic, with a relatively stable level of fruiting, which is of interest as a source for breeding to obtain stable, highly productive cultivars.

Key words: *Ribes nigrum* L., bioresource collection, yield capacity, adaptability, regression coefficient, stability index

Введение

Использование в садоводстве сортов с высоким уровнем адаптации существенно повышает экологическую устойчивость отрасли. Такие сорта обеспечивают достаточно высокую урожайность в благоприятных условиях, и стабильную – в стрессовых. Выделение и использование экологически пластичных сортов плодово-ягодных культур дает возможность существенно увеличить экологическую устойчивость садоводства (Тихонова, 2016).

Смородина чёрная (*Ribes nigrum* L.) – широко распространённая ягодная культура с хорошей отзывчивостью на интенсификацию технологии выращивания (Родюкова и др., 2021; Сазонов, 2021; 2024). В связи с возрастающими требованиями к устойчивости сельскохозяйственного производства в условиях климатических изменений, а также необходимостью обеспечения продовольственной безопасности и импортозамещения в секторе плодово-ягодной продукции (Велибекова, 2023) возрастают требования к сортам, основное место среди которых отводится устойчивости к экологическим факторам среды, оказывающих лимитирующее влияние на формирование конечной урожайности (Васильев и др., 2020; Чеботок, 2020; Вахрушева и др., 2021; Неброй, 2023). За последние годы коллекция чёрной смородины ВНИИСПК пополнилась перспективными сортами селекции института (Князев и др., 2017), в связи с чем целью исследований являлась оценка экологической пластичности и стабильности плодоношения перспективных сортов селекции ВНИИСПК в условиях Орловской области. Научная новизна заключалась в получении новых знаний о продуктивном и адаптивном потенциале сортов смородины чёрной в условиях Орловской области, на основании которых наиболее ценные генотипы будут использованы для развития приоритетных направлений селекции и расширения сортимента для промышленного возделывания.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2023...2025 гг. на участке первичного сортоизучения смородины чёрной биоресурсной коллекции ФГБНУ ВНИИСПК (Орловская область, Центрально-Чёрноземный регион). В рамках данного исследования проведен мониторинг 6 перспективных сортов смородины чёрной селекции ВНИИСПК. Контроль – районированный по Центрально-Чёрноземному региону сорт Орловская серенада (таблица 1).

Таблица 1 – Исследуемые сорта смородины чёрной селекции ВНИИСПК

Сорт	Происхождение
Орловская серенада (к)	106-3-11-15 × Минай Шмырев
Ариадна	(Белорусская сладкая × Sunderbyn II) × Чудесница
Ассоль	(Минай Шмырев × Nikkala XI) × Экзотика
Нарианна	((Белорусская сладкая × Sunderbyn II) × Зуша) × ((Белорусская сладкая × Sunderbyn II) × Сестра Голубки)
Надя	(762-5-82 × Экзотика) × (Лентяй × Sunderbyn II)
Нюра	Кипиана × ((27-3-63) × Sunderbyn II) × Экзотика))
Черноокая	Бинар × Орловский вальс

Год закладки участка – 2020, схема посадки 3,5 × 0,6 м., плотность посадки – 5000 растений на 1 га. В период вегетации проводились общепринятые агротехнические мероприятия. Исследования проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Князев, Баянова, 1999). Статистическая обработка полученного экспериментального материала проведена методом дисперсионного анализа (Доспехов, 2011) с использованием MS Excel. Адаптивность определяли по методике S.A. Eberhart, W.A. Russel (1966) в редакции В.А. Зыкина с соавторами (2011), который заключается в расчете коэффициента линейной регрессии (b_i) и среднего квадратического отклонения от теоретической линии регрессии (σ^2). Метод позволяет оценить реакцию сорта, выраженную в изменениях значений признака при изменении условий выращивания и фактическое отклонение от этой реакции при испытании сорта. Коэффициент линейной регрессии характеризует пластичность сорта, среднее квадратическое отклонение – его стабильность (Потанин и др., 2015; Децына и др., 2020). Статистические показатели рассчитаны по признаку «урожайность».

Метеоусловия в годы изучения описаны по данным метеопоста ВНИИСПК. Гидротермические показатели вегетационного периода с апреля по июнь определяют условия опыления, завязывания ягод и формирования урожая (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика погодных условий в годы исследований

Месяц	Декада	Температура воздуха, °C			Осадки, мм			Гидротермический коэффициент, ГТК		
		2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
Апрель	I	7,4	9,5	5,1	0,0	0,0	32,6			
	II	8,6	9,7	9,4	0,0	33,5	1,2	-	-	-
	III	9,8	9,3	12,3	26,6	22,1	3,1			
Май	I	7,8	8,6	10,3	3,7	36,3	2,5			
	II	13,3	8,7	11,2	0,4	5,8	5,5	0,24	1,29	0,19
	III	14,9	16,5	19,4	4,9	3,6	0,0			
Июнь	I	14,6	18,9	19,2	1,3	3,2	39,3			
	II	16,7	19,1	15,8	1,5	29,9	44,1	0,77	1,05	2,57
	III	16,5	18,2	15,2	34,0	25,9	45,6			
Июль	I	19,5	22,2	20,8	5,0	30,0	1,7			
	II	17,5	22,6	22,8	11,6	5,0	6,2	1,05	0,68	0,47
	III	18,1	18,9	21,4	43,0	9,9	23,5			

Весной в годы исследований наблюдались значительные температурные перепады и возвратные майские заморозки, вызывавшие повреждение генеративных органов смородины и дальнейшее осыпание завязи, что снизило урожайность культуры.

По величинам гидротермического коэффициента вегетационный период 2023 г. характеризовался как засушливый (ГТК = 0,24 и 0,77) и недостаточно влажный (ГТК = 1,05), тогда как в 2024 г. была оптимально влажная погода в мае (ГТК = 1,29), затем сменилась дефицитом увлажнения в июне и июле (ГТК = 1,05 и 0,68 соответственно). В 2025 г также зафиксировано неравномерное распределение осадков: засушливые май и июль (ГТК = 0,19 и 0,47 соответственно), а в июне отмечен сильный переизбыток влаги (ГТК = 2,57).

Результаты и их обсуждение

2023...2025 годы исследований были не очень благоприятными для произрастания смородины чёрной, что позволило более точно оценить показатели пластичности и стабильности сортов смородины чёрной.

Погодные условия 2023 г. оцениваются как удовлетворительные ($I_i = 0,46$), средняя урожайность на участке (Y_j) 5,40 т/га, а 2024...2025 – менее благоприятными, когда индексы среды были отрицательными (-0,12 и -0,27) и показатели Y_j 4,88 и 4,73 т/га соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность и пластичность сортов смородины чёрной

Сорт	Урожайность, т/га			Y_i	CV, %	b_i
	2023	2024	2025			
Орловская серенада (к)	6,25	3,50	8,40	6,05	40,60	0,97
Ариадна	5,70	5,60	8,40	6,57	24,19	1,42
Ассоль	5,50	3,50	7,00	5,33	32,92	1,13
Нарианна	5,75	10,50	3,50	6,58	54,28	2,17
Надя	5,10	7,00	6,30	6,13	15,67	0,83
Нюра	4,70	7,00	7,00	6,23	21,30	2,6
Черноокая	4,70	5,25	5,60	5,18	8,75	0,18
CV, %	10,76	40,18	25,88	9,25	-	-
HCP_{05}	-	-	-	0,51	-	-
Y_j	5,40	4,88	4,73	5,00	-	-
I_j	0,46	-0,12	-0,27	-	-	-

Примечания: Y_i – средняя урожайность сорта за годы исследований; b_i – коэффициент линейной регрессии; Y_j – средняя урожайность на участке в каждый год исследования; I_j – индекс среды для каждого года исследований; CV – коэффициент вариации признака.

Об адаптивности сортов к условиям среды, в первую очередь, судят по пластичности и стабильности их урожайности, как важнейшего количественного признака, ради которого создаются, испытываются и внедряются в производство лучшие генотипы. Урожайность сортов в годы исследования варьировала от 3,5 (Орловская серенада (к), Ассоль) до 10,5 т/га (Нарианна). Наибольший размах варьирования признака отмечен у сорта Нариянна (CV = 54,28%), а наименьший – у сорта Черноокая (CV = 8,75%). В 2023 г. у сорта Орловская серенада(к) зафиксирована наибольшая урожайность в изучаемой выборке, в 2024 г. превышали контроль по урожайности сорта Ариадна, Нариянна, Надя, Нюра, Черноокая, а в 2025 г. плодоношение на уровне контроля отмечено у сорта Ариадна. Коэффициент вариации по годам исследования превышал 33%, что свидетельствует о большом разбросе данных, однако по средней урожайности данный показатель составил 9,25 %, таким образом найденная средняя может представлять всю статистическую совокупность и считаться ее типичной характеристикой. По средней урожайности за 3 года исследований достоверно превышали контроль 2 сорта: Ариадна, Нариянна, были на уровне контроля – Надя, Нюра. Для дальнейшей оценки экологической пластичности и стабильности для сортов рассчитан коэффициент линейной регрессии, который показывает, насколько сильно изменяется

величина урожая при изменении индекса среды на единицу. Сорта по коэффициенту регрессии (b_i) делят на категории:

- $b_i > 1$ – сорта интенсивного типа, которые хорошо отзывчивы на улучшение условий возделывания, однако в неблагоприятные по погодным условиям годы резко снижают урожайность. К сортам интенсивного типа из нашей выборки относятся Ариадна, Нарианна и Нюра;
- $b_i < 1$ – сорта нейтрального типа, лучше использовать на экстенсивном фоне, где при минимуме затрат сорт даст максимум отдачи (Дахно, Дахно, 2021; Гасымов и др., 2023; Сазонов, 2024). Сортообразцы этого типа – Надя и Черноокая.

Контрольный сорт Орловская серенада и сорт Ассоль с показателем b_i близким к 1 характеризуется полным соответствием сорта с условиями выращивания и их изменением.

Наибольший интерес представляют сорта интенсивного типа ($b_i > 1$), способные существенно увеличивать продуктивность при улучшении условий выращивания, с высокими показателями урожайности: Ариадна, Нарианна, Нюра, при этом наиболее высокий уровень пластичности отмечен у последнего сорта.

Для вычисления показателя стабильности по урожайности рассчитали теоретическую урожайность (как сумму средней урожайности за годы испытаний и произведения коэффициента регрессии на индекс условий среды) сортов для каждого сорта в отдельности в зависимости от условий среды (таблица 4).

Таблица 4 – Теоретическая урожайность сортов смородины чёрной

Сорт	Теоретическая урожайность по сорту, т/га		
	2023	2024	2025
Орловская серенада (к)	6,61	6,17	6,49
Ариадна	7,42	6,79	7,35
Ассоль	6,28	5,58	6,19
Нарианна	7,23	6,75	7,17
Надя	6,55	6,24	6,51
Нюра	6,96	6,42	6,90
Черноокая	5,67	5,31	5,62

Используя полученные данные, вычислили значения экологической стабильности σd^2 (таблица 5).

Таблица 5 – Экологическая стабильность сортов смородины чёрной

Сорт	Отклонение фактической урожайности от теоретической, ц/га			σd^2
	2023	2024	2025	
Орловская серенада (к)	-0,28	-2,99	1,91	12,66
Ариадна	-1,72	-1,75	1,05	7,13
Ассоль	-0,78	-2,69	0,81	8,51
Нарианна	-1,48	3,33	-3,67	26,74
Надя	-1,45	0,49	-0,21	2,38
Нюра	-2,26	0,10	0,10	5,13
Черноокая	-0,97	-0,37	-0,02	1,07
CV, %				95,6

Примечания: σd^2 – значение экологической стабильности (среднее квадратическое отклонение); CV – коэффициент вариации признака.

Значения среднего квадратического отклонения сортов (σd^2) варьировали значительно и находились в пределах от 1,07 (Черноокая) до 26,74 (Нарианна). Чем выше значение этого параметра, тем сорт более экологически нестабилен. Сравнение значений σd^2 у сортов выявило наиболее стабильные в данной выборке сорта Черноокая, Надя (1,07 и 2,38 соответственно), однако урожайность данных сортов не превышала контрольный сорт. Из урожайных сортообразцов наиболее стабильным был сорт Ариадна ($\sigma d^2 = 7,13$).

Заключение

Из 6 новых сортов смородины чёрной селекции ВНИИСПК по урожайности выделены 2 сорта: Ариадна и Нариянна.

Выделены 3 сорта интенсивного типа с высокими показателями урожайности и экологической пластичности: Ариадна, Нариянна, Нюра. Эти сорта рекомендуется выращивать на высоком агротехническом фоне.

Сорта нейтрального типа – Надя и Черноокая, обладающие высокой стабильностью плодоношения и низкой пластичностью, подходят для выращивания на естественном агрофоне.

Контрольный сорт Орловская серенада и сорт Ассоль характеризуются соответствием варьирования урожайности и ее составляющих изменяющимся условиям возделывания.

Сорт Ариадна – высокоурожайный, экологически пластичный, с относительно стабильным уровнем плодоношения, представляет интерес в качестве источника при селекции стабильных высокопродуктивных сортов.

Конфликт интересов: авторы являются авторами и соавторами сортов смородины Орловская серенада, Ариадна, Ассоль, Нариянна, Надя, Нюра, Черноокая.

Литература

1. Васильев А.А., Гасымов Ф.М., Глаз Н.В. Сортимент чёрной смородины для Южного Урала // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. 181, 4. 200-204. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-200-204>
2. 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. 5-10. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-3-5-15>
3. Велибекова Л.А. Обеспечение населения России отечественной плодово-ягодной продукцией // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023. 4. 157-171. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-4-157-171>
4. Гасымов Ф.М., Васильев А.А., Кутенева И.Е. Экологическая пластичность элитных форм чёрной смородины в условиях Челябинской области // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2023. 1. 15-19. <https://www.elibrary.ru/rlojuz>
5. Дахно Т.Г., Дахно О.А. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов земляники крупноплодной по продуктивности и качеству плодов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021. 3. 40-43. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/3/40-43>
6. Децына А.А., Илларионова И.В., Щербинина В.О. Расчет параметров экологической пластичности и стабильности масличных сортов подсолнечника селекции ВНИИМК // Масличные культуры. 2020. 3. 31-38. <https://www.elibrary.ru/lhqpvva>
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011. 351. <https://www.elibrary.ru/qlcqep>

8. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Кираев Р.С., Чанышев И.О. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). Уфа, 2011. 97.
9. 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. 351-373. <https://www.elibrary.ru/yhappx>
10. Князев С.Д., Келдибекова М.А., Товарницкая М.В. Сравнительная оценка новых сортов смородины чёрной селекции ВНИИСПК // Вестник аграрной науки. 2017. 5. 36-40. <https://www.elibrary.ru/zuf1rl>
11. Неброй К.Ю. Современные направления селекционных исследований культуры смородины чёрной и возможные пути их реализации // Современное садоводство. 2023. 3. 15-30. <https://www.elibrary.ru/uovxhv>
12. Потанин В.Г., Алейников А.Ф., Стёпочкин П.И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. 18, 3. 548-552. <https://www.elibrary.ru/sxxzlt>
13. Родюкова О.С., Жидехина Т.В., Брыксин Д.М., Хромов Н.В., Гурьева И.В. Генетические коллекции ягодных культур и их роль в совершенствовании сортимента // Достижения науки и техники АПК. 2021. 35, 7. 10-16. https://doi.org/10.53859/02352451_2021_35_7_10
14. Сазонов Ф.Ф. Роль генотипа и погодных условий в формировании хозяйственно ценных признаков интродуцированных сортов чёрной смородины // Вестник КрасГАУ. 2021. 11. 61-70. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-11-61-70>
15. Сазонов Ф.Ф. Оценка сортов смородины чёрной селекции ФГБНУ ФНЦ Садоводства по статистическим показателям адаптивности // Вестник КрасГАУ. 2024. 11. 64-70. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-11-64-70>
16. Тихонова О.А. Слагаемые компоненты продуктивности чёрной смородины в условиях Северо-Запада России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2016. 177, 3. 61-73. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2016-3-61-73>
17. Чеботок Е.М. Пополнение сортимента чёрной смородины для Волго-Вятского региона // Современное садоводство. 2020. 1. 10-15. <https://www.elibrary.ru/fnxxiv>
18. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. 1966. 6, 1. 36-40. <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>

References

1. Vasiliev, A.A., Gasymov, F.M., & Glaz, N.V. (2020). Assortment of black currant cultivars for the Southern Urals. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 181(4), 200-204. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-200-204>. (In Russian, English abstract).
2. 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>. (In Russian, English abstract).
3. Velibekova, L.A. (2023). Providing the population of Russia with domestic fruit and berry products. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, 4, 157-171. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-4-157-171>. (In Russian, English abstract).
4. Gasymov, F.M., Vasiliev, A.A., & Kuteneva, I.E. (2023). Ecological plasticity of quality varieties of blackcurrant grown in Chelyabinsk Region. *Vestnik Bashkir State Agrarian University*, 1, 15-19. <https://www.elibrary.ru/rlojuz>. (In Russian, English abstract).
5. Dakhno, T.G., & Dakhno, O.A. (2021). Assessment of a large-fruited strawberry varieties ecological plasticity and stability in terms of productivity and fruit quality. *Vestnik of the Russian*

- Agricultural Science*, 3. 40-43. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/3/40-43>. (In Russian, English abstract).
6. Detsyna, A.A., Ilarionova, I.V., & Scherbinina, V.O. (2020). Calculation of parameters of ecological plasticity and stability of oil sunflower varieties bred in VNIIMK. *Oil Crops*, 3, 31-38. <https://www.elibrary.ru/lhqpvva>. (In Russian, English abstract).
 7. Dospekhov, B.A. (2011). *Methodology of Field Experiment*. Aliance. <https://www.elibrary.ru/qlcqep>. (In Russian).
 8. Zykin, V.A., Belan I.A., Yusov, V.S., Kiraev, R.S., & Chanyshhev, I.O. (2011). *Ecological Plasticity of Agricultural Plants (Methodology and Assessment)*. (In Russian).
 9. 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). VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/yhappx>. (In Russian).
 10. 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://www.elibrary.ru/zuftrl>. (In Russian, English abstract).
 11. Nebroy, K.Y. (2023). Modern directions in black currant breeding research and possible ways of their implementation. *Contemporary Horticulture*, 3, 15-30. <https://www.elibrary.ru/uovxhv>. (In Russian, English abstract).
 12. Potanin, V.G., Aleinikov, A.F., & Stepochkin, P.I. (2015). A new approach to estimation of the ecological plasticity of plant varieties. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 18(3), 548-552. <https://www.elibrary.ru/sxxzlt>. (In Russian, English abstract).
 13. Rodyukova, O.S., Zhidekhina, T.V., Bryksin, D.M., Khromov, N.V., & Guryeva, I.V. (2021). Genetic collections of berry crops and their role in improving the variety. *Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex*, 35(7), 10-16. https://doi.org/10.53859/02352451_2021_35_7_10. (In Russian, English abstract).
 14. Sazonov, F.F. (2021). The genotype and weather conditions role in shaping economically valuable features of introduced black currant varieties. *Bulletin of KSAU*, 11, 61-70. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-11-61-70>. (In Russian, English abstract).
 15. Sazonov, F.F. (2024). Evaluation of black currant breeding cultivars of the FSBSO FSC of horticulture according to statistical adaptability indicators. *Bulletin of KSAU*, 11, 64-70. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-11-61-70>. (In Russian, English abstract).
 16. 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>. (In Russian, English abstract).
 17. Chebotok, E.M. (2020). Replenishment of the assortment of black currants for the Volga-Vyatka region. *Contemporary Horticulture*, 1, 10-15. <https://www.elibrary.ru/fnxxiv> (In Russian, English abstract).
 18. Eberhart, S.A., & Russel, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6(1), 36-40. <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>

Авторы:

Маргарита Александровна Келдибекова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и сортоизучения смородины, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, keldibekova@orel.vniispk.ru
ORCID: 0000-0002-6583-1572

SPIN: 5346-2555

Сергей Дмитриевич Князев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории селекции и сортоизучения смородины, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, ksd_61@mail.ru

ORCID: 0000-0001-5170-7274

SPIN: 3250-0919

Authors:

Margarita A. Keldibekova, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Breeding and Variety Study of Currants in Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), keldibekova@orel.vniispk.ru

ORCID: 0000-0002-6583-1572

SPIN: 5346-2555

Sergey D. Knyazev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher at the Laboratory of Breeding and Variety Study of Currants in Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), ksd_61@mail.ru


ORCID: 0000-0001-5170-7274

SPIN: 3250-0919

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 635.925:574.24:58.056

Некоторые эколого-биологические особенности представителей рода *Syringa* L. в условиях Орловской области

Г.А. Павленкова¹ 

¹Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 302530, д. Жилина, Орловский МО, Орловская обл., Россия, info@vniispk.ru

Аннотация

Интродукция древесных растений решает одну из глобальных проблем сохранения биологического разнообразия. В связи с этим особую актуальность приобретают научные исследования по изучению степени адаптивности растений в условиях интродукции, особенностей роста и развития, оценки их декоративных качеств, возможности использования в зеленом строительстве и ландшафтном озеленении, которые проводятся в коллекциях дендрариев и ботанических садов. Дендрарий Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК), расположенный в Центрально-Черноземном регионе России (Орловская область), обладает коллекцией представителей рода *Syringa* L. (13 видов и разновидностей, 35 сортов). Таксоны сирени различного эколого-биологического и генетического происхождения имеют особый интерес для интродукционных исследований в связи с проявлением разной степени адаптивности, а также широким потенциалом использования в озеленении и дальнейшей селекционной работе. В рамках данной статьи изучены следующие эколого-биологические показатели у 13 видов и разновидностей сирени: степень подмерзания, состояние, устойчивость к болезням и вредителям, степень плодоношения и цветения, декоративность. В результате многолетних исследований (2006...2024 гг.) выделены перспективные таксоны рода *Syringa* L. для зеленого строительства и дальнейшей селекции. По итогам комплексной оценки эколого-биологических особенностей наибольшей устойчивостью к неблагоприятным факторам среды и высокими декоративными качествами обладают: таксоны Восточно-Азиатского очага произрастания (*S. komarowii* C.K. Schneid., *S. velutina* Kom.), Балкано-Карпатского (*S. josikaea* J. Jacq. ex Reichenb., *S. vulgaris* L.), Гималайского (*S. emodi* Wall. ex Royle), а также гибрид *S. × henryi* C.K. Schneid.

Ключевые слова: интродукция, биоресурсная коллекция, виды и разновидности сирени, степень адаптивности, декоративные качества, перспективные таксоны

Some ecological and biological features of representatives of the genus *Syringa* L. in conditions of Orel region

G.A. Pavlenkova¹ 

¹Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISP), Zhilina, Orel district, Orel region, Russia, 302530, info@vniispk.ru

Abstract

The introduction of woody plants solves one of the global problems of preserving biological diversity. In this regard, it is especially important to study the degree of adaptability of plants in the conditions of introduction, the characteristics of growth and development, the assessment of their decorative qualities and the possibility of use in landscaping. The main scientific work in this direction is carried out in the collections of arboreturns and botanical gardens. The arboretum of

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), located in the Central Chernozem region of Russia (Orel region), has a collection of representatives of the genus *Syringa* L. (13 species and varieties, 35 varieties). The objects of the study were 13 taxon of the genus *Syringa* L. Taxons of *Syringa* L. genus of various ecological and biological, and genetic origin are of particular interest for introduction studies due to the manifestation of different degrees of adaptability, as well as a wide potential for use in landscaping and further breeding work. The following ecological and biological indicators were studied: degree of freezing, condition, resistance of diseases and pests, degree of fruiting and flowering, decorativeness. As a result of many years of research (2006—2024), promising taxons of the genus *Syringa* L. have been identified for green construction and further breeding. According to the results of a comprehensive assessment of ecological and biological features, taxon of East Asian origin (*S. komarowii* C.K. Schneid., *S. velutina* Kom.), Balkan-Carpathian origin (*S. josikaea* J. Jacq. ex Reichenb., *S. vulgaris* L.), Himalayan origin (*S. emodi* Wall. ex Royle) and hybrid *S. × henryi* C.K. Schneid. possessed the highest resistance to adverse abiotic and biotic environmental factors and have high decorative qualities.

Key words: introduction, bioresource collection, species and varieties of *Syringa* L. genus, degree of adaptability, decorative qualities, promising taxon

Введение

Роль интродукции растений на современном этапе развития многогранна. Являясь одним из методов изучения растений вне их естественного обитания, она принимает участие в решении проблемы сохранения мирового биоразнообразия (Коропачинский и др., 2011; Скупченко и др., 2011; Smith, 2016; Smith, Pence, 2017; Madsen et al., 2021). Кроме того, интродукция является одним из способов расширения возможностей озеленения городов и населенных пунктов за счет включения в ассортимент, наряду с аборигенными растениями, интродуцированных видов различного эколого-географического происхождения, что открывает широкие возможности для обогащения видового разнообразия зеленых насаждений и повышения привлекательности архитектурно-пространственной среды (Гнаткович, 2014; Gudžinskas et al., 2017; Крекова, Залесов, 2019).

Решение задач интродукции требует серьезных усилий специалистов и многолетних испытаний инорайонных видов в культуре, всестороннего изучения с целью определения возможности и целесообразности их использования в насаждениях различного функционального назначения садово-паркового строительства и озеленения (Коропачинский и др., 2011).

Важнейшим источником видов древесных растений для интродукции в различные регионы служат живые коллекции ботанических садов, дендрариев и других интродукционных центров (Primack, Miller-Rushing, 2009; Aronson, 2014; Дубовицкая и др., 2015; Коляда, 2017; Havens, 2017; Westwood et al., 2021). Приоритетными направлениями научной деятельности последних являются сохранение и пополнение коллекции, изучение генетического разнообразия древесных видов-экзотов, редких и охраняемых таксонов, выявление специфики их адаптационных приспособлений к новым природно-климатическим условиям, разработка теоретических основ и методов интродукции в целях рационального использования растительных ресурсов (Скупченко и др., 2011; Хрынова, Турушев, 2016; Parakhina et al., 2021).

При подведении итогов интродукции необходимы результаты комплексных исследований, направленных на изучение степени адаптивности древесных растений при введении их культуру, их эколого-биологических особенностей, фенологических ритмов развития, возможностей репродукции, определение перспективности использования в

зеленом строительстве и дальнейшей селекционной работе (Буторова и др., 2015; Лобанов и др., 2020). Кроме того, изучение интродуцентов предусматривает накопление данных о влиянии их географического происхождения и естественных экологических условий на характер их роста и развития при интродукции (Ёзиев, Кудратов, 2020).

Представители рода Сирень (*Syringa* L.) являются одними из наиболее популярных древесных растений, которые широко используются в различных категориях зеленых насаждений и типах посадок, обладают прекрасными декоративными качествами, устойчивостью к повреждающим факторам окружающей среды, высокой экологической пластичностью (Павленкова, Емельянова, 2016; Павленкова и др., 2020). Род *Syringa* относится к семейству Маслиновые (*Oleaceae* Hoffmanns. & Link) и включает, по разным классификациям, от 22 до 30 видов (Fiala, Vrugtman, 2008), и более 3000 сортов (Debard, 2025). По данным научных публикаций (Горб, 1989; Лунева и др., 1989) виды сирени распределяются согласно их естественного произрастания на 3 очага:

- 1) Восточно-Азиатский очаг произрастания – гористая территория с муссонным, либо континентальным климатом, объединяющая Приамурье и Приморье Дальнего Востока; Северный, Центральный, Южный, Юго-Западный Китай; Корейский полуостров, Японию;
- 2) Балкано-Карпатский очаг – территория Балкан и Карпат с умеренно-континентальным климатом;
- 3) Гималайский – горные области Западных Гималаев на высоте 2000...2500 м над уровнем моря с резко-континентальным климатом.

В настоящее время в дендрарии Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК, Россия) собрана коллекция представителей рода *Syringa* (13 видов и разновидностей, 35 сортов), что составляет 13,0% от общего количества таксонов (всего 370 таксонов).

Цель исследований – изучить некоторые эколого-биологические особенности видов и разновидностей рода *Syringa* L. биоресурсной коллекции дендрария ВНИИСПК (Орловская область). Выделить из них высокодекоративные, устойчивые к комплексу неблагоприятных факторов внешней среды для использования в зеленом строительстве и дальнейшей селекции.

Материалы и методы

Материалом исследований служили 10 видов рода *Syringa* различных очагов произрастания, 3 разновидности гибридного происхождения (таблица 1). Растения сирени получены двухлетними саженцами из ОГУП-Дендропарк «ЛОСС» и высажены в 1969, 1975 и 1977 гг. на территории дендрария ВНИИСПК.

Дендрарий ВНИИСПК (Орловская область, Орловский муниципальный округ, деревня Жилина) расположен в европейской части России в 368,0 км к юго-западу от Москвы (53°00 N, 36°00 E) и в 1,5 км от города Орла. Климат Орловской области умеренно-континентальный, с теплым или жарким летом и умеренно холодной зимой (Емельянова, Золотарева, 2020). Метеорологические данные за проводимые годы исследований (2006...2024 гг.) представлены в таблице 2.

За годы исследований наиболее холодные зимы наблюдались в 2006 г. (среднемесячная температура воздуха зимнего периода -9,5°C) и в 2010 г. (среднемесячная температура -9,9°C); минимальная низкая температура воздуха была отмечена в 2006 г. (t_{\min} -36,5°C) и в 2012 г. (t_{\min} -40,0°C). В остальные зимние месяцы периода исследования среднемесячная температура воздуха не опускалась ниже -9°C. Наиболее малоснежные зимы отмечались в 2008, 2014, 2015 и 2017 гг. (сумма осадков 57,8...68,6 мм).

Таблица 1– Характеристика объектов исследования

Таксон	Происхождение	Год посадки	Количество растений, экземпляры
<i>Syringa amurensis</i> Rupr.		1969	9
<i>S. komarowii</i> C.K. Schneid.		1977	7
<i>S. pekinensis</i> Rupr.	Восточно-Азиатский очаг	1977	6
<i>S. reflexa</i> C.K. Schneid.	произрастания	1975	4
<i>S. velutina</i> Kom.		1977	4
<i>S. villosa</i> Vahl		1969	3
<i>S. yunnanensis</i> Franch.		1975	3
<i>S. josikaea</i> J. Jacq. ex Reichenb.	Балкано-Карпатский очаг	1977	20
<i>S. vulgaris</i> L.	произрастания	1969	10
<i>S. emodi</i> Wall. ex Royle	Гималайский очаг	1977	12
	<i>S. josikaea</i> × <i>S. villosa</i> ,		
<i>S. × henryi</i> C.K. Schneid.	Л. Генри, 1890,	1977	8
	искусственный межвидовой		
	гибрид		
	<i>S. protolaciniata</i> ×		
<i>S. × chinensis</i> Schmidt ex Willd.	<i>S. vulgaris</i> , межвидовой	1977	5
	природный гибрид		
	<i>S. protolaciniata</i> × ?,		
<i>S. × persica</i> var. <i>laciniata</i> L.	гибридный вид неизвестного	1977	3
	происхождения		

Таблица 2 – Метеорологические показатели зимних и летних месяцев 2006...2024 гг.

Год	Зимние месяцы				Летние месяцы			
	t _{средн.} °C	t _{min} °C	t _{max} °C	сумма осадков, мм	t _{средн.} °C	t _{min} °C	t _{max} °C	сумма осадков, мм
2006	-9,5	-36,5	+3,5	108,0	+17,8	+7,0	+31,5	279,6
2007	-3,6	-27,2	+8,0	105,9	+18,7	+7,0	+35,2	96,5
2008	-4,3	-21,2	+9,3	68,3	+18,7	+3,6	+36,0	175,8
2009	-4,8	-22,6	+9,5	103,1	+17,6	+5,1	+31,8	172,2
2010	-9,9	-32,0	+8,7	114,3	+22,0	+5,5	+39,8	61,1
2011	-8,9	-34,2	+6,0	160,2	+18,9	+6,0	+33,0	324,5
2012	-6,8	-40,0	+8,5	135,8	+18,1	+2,5	+35,3	130,8
2013	-7,7	-31,7	+11,5	104,0	+17,8	+6,2	+32,6	110,3
2014	-6,0	-31,0	+7,8	68,6	+17,2	+3,3	+35,2	99,1
2015	-5,1	-24,5	+5,2	64,4	+17,6	+2,7	+34,0	110,9
2016	-4,3	-29,3	+10,5	119,6	+18,7	+3,0	+34,5	183,5
2017	-6,6	-31,5	+4,5	57,8	+17,9	+3,0	+32,0	235,4
2018	-4,2	-26,0	+9,0	161,0	+18,6	+2,0	+32,5	149,3
2019	-5,0	-24,5	+4,0	130,5	+18,3	+5,3	+34,0	125,2
2020	-0,7	-15,0	+8,7	94,0	+19,2	+7,2	+34,5	190,5
2021	-6,5	-30,0	+8,0	106,7	+20,5	+2,5	+35,0	166,4
2022	-4,2	-21,5	+5,2	99,4	+19,6	+6,5	+33,0	144,5
2023	-4,5	-25,0	+7,0	139,8	+18,0	+0,5	+34,5	153,6
2024	-6,7	-29,5	+4,5	145,5	+19,5	+7,0	+38,0	136,2

Анализ показателей метеоданных летних месяцев периода исследования показал, что наиболее жаркие и засушливые условия сложились летом 2010 г. – среднемесячная температура воздуха +22,0°C, максимальная температура воздуха +39,8°C, сумма осадков 61,1 мм. В остальные летние месяцы среднемесячная температура воздуха колебалась от 17,2 до 20,5°C. Условия с повышенной атмосферной влажностью отмечены летом в 2006 г., 2011 г. и 2017 г. (сумма осадков 235,4...324,5 мм).

Степень подмерзания таксонов сирени определяли визуально в полевых условиях после распускания почек по 6-балльной шкале оценки зимостойкости (Тюрина и др., 1999), где 0 – признаки подмерзания отсутствуют; 5 – растение вымерзло полностью или до линии снежного покрова. Оценку состояния проводили в конце вегетационного периода по 6-балльной шкале (Тюрина и др., 1999), где 5 – растение здоровое, с хорошим приростом, повреждений нет; 0 – растение погибло. Устойчивость к болезням и вредителям – путем визуальных осмотров с учетом влияния данного фактора на декоративность по 3-балльной шкале: 0 – поражение (повреждение) отсутствует; 1 – поражение (повреждение) присутствует без потери декоративности; 2 – поражение (повреждение) присутствует с потерей декоративности (Дубовицкая, 2014). Степень плодоношения и цветения определяли по 6-балльной шкале для древесных растений (Головач, 1980), где 5 – высший балл плодоношения (цветения); 0 – растение не плодоносит (не цветет). Оценку декоративности проводили по 4-балльной шкале (Емельянова, 2016), где 4 – высший балл; 1 – низкая декоративность. Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

Результаты и их обсуждение

Одним из критериев, определяющих перспективность древесных растений при интродукции, является их зимостойкость (Lebourgeois et al., 2009; Крекова и др., 2017).

За годы исследований холодная зима отмечалась в 2005...2006 гг., температура воздуха опускалась до -36,5°C, на поверхности снега доходила до -39,3°C. Это оказало негативное влияние на степень устойчивости растений сирени к условиям зимнего периода. Среди представителей *Syringa* наиболее сильное подмерзание отмечено у *S. yunnanensis* (4 балла). У данного вида вымерзла большая часть кроны и скелетных ветвей, отсутствовало цветение. В последующие годы исследований вид так и не смог полностью восстановиться, единичное цветение и плодоношение было отмечено лишь в 2015 г. У остальных растений сирени степень подмерзания в зиму 2005...2006 гг., а также в холодную зиму 2009...2010 гг. не превышала 3-х баллов (таблица 3).

В среднем за годы исследований (2006...2024 гг.) по степени устойчивости к зимним повреждениям не выделены высокостойкие таксоны. К группе зимостойких (степень подмерзания от 1,1 до 2,0 баллов) относятся – *S. amurensis*, *S. komarowii*, *S. velutina*, *S. josikaea*, *S. vulgaris*, *S. emodi*, *S. × henryi*. У перечисленных таксонов значение степени подмерзания достоверно превышало или несущественно отличалось от среднего. Среднезимостойкими (степень подмерзания от 2,1 до 3,0 баллов) являлись таксоны – *S. pekinensis*, *S. reflexa*, *S. villosa*, *S. × chinensis*, *S. × persica* var. *laciniata*. К группе слабозимостойких (степень подмерзания от 3,1 до 4,0 баллов) относится вид *S. yunnanensis*. В среднем по годам исследования отмечена средняя изменчивость значения степени подмерзания: коэффициент вариации составил 12,78%.

Адаптационную способность растений сирени характеризует их состояние, оно зависит от зимостойкости, восстановительной способности после повреждающих факторов зимнего и летнего периодов, засухоустойчивости, устойчивости к болезням и вредителям (Павленкова и др., 2020).

Таблица 3 – Эколого-биологические показатели представителей рода *Syringa* L., в баллах (в среднем за 2006...2024 гг.)

Таксон	Степень подмерзания	Состояние	Устойчивость к болезням	Устойчивость к вредителям	Степень плодоношения	Степень цветения	Декоративность
<i>Syringa amurensis</i> Rupr.	1,4	4,5	1,0	1,0	3,9	3,9	3,6
<i>S. komarowii</i> C.K. Schneid.	1,7	4,3	1,0	1,0	4,1	4,1	3,6
<i>S. pekinensis</i> Rupr.	2,2	3,9	1,4	1,1	1,5	2,6	2,7
<i>S. reflexa</i> C.K. Schneid.	2,5	3,2	1,1	1,0	1,3	1,6	1,8
<i>S. velutina</i> Kom.	1,4	4,6	1,1	1,0	4,7	4,7	3,9
<i>S. villosa</i> Vahl	2,4	3,7	1,1	1,0	3,4	3,6	2,9
<i>S. yunnanensis</i> Franch.	3,2	2,9	0,9	1,0	0,1	0,1	1,0
<i>S. josikaea</i> J. Jacq. ex Reichenb.	1,1	4,5	1,9	1,1	4,6	4,6	3,6
<i>S. vulgaris</i> L.	1,1	4,4	1,1	1,0	4,3	4,9	3,9
<i>S. emodi</i> Wall. ex Royle	1,6	3,9	1,1	1,1	3,6	4,4	3,6
<i>S. × henryi</i> C.K. Schneid.	1,5	4,1	1,1	1,1	3,9	4,6	3,7
<i>S. × chinensis</i> Schmidt ex Willd.	2,2	3,9	1,1	1,0	0,1	4,0	3,4
<i>S. × persica</i> var. <i>laciniata</i> L.	2,1	3,9	1,1	1,0	0,2	3,4	3,0
Среднее	1,88	3,98	1,15	1,03	2,75	3,58	3,13
HCP ₀₅	0,24	0,29	0,21	0,13	0,45	0,50	0,31
Коэффициент вариации V, %	12,78	6,64	8,39	4,56	29,74	20,30	12,50

Состояние представителей *Syringa* по годам варьировало незначительно: коэффициент вариации составил 6,64%. По результатам исследований выделена группа таксонов сирени, проявляющая высокую адаптивность к комплексу неблагоприятных факторов вегетационного периода (состояние от 4,1 до 5,0 баллов) – *S. amurensis*, *S. komarowii*, *S. velutina*, *S. josikaea*, *S. vulgaris*, *S. × henryi*. У перечисленных таксонов состояние достоверно превышало среднее значение по годам, лишь у межвидового гибрида *S. × henryi* изучаемый показатель был на уровне среднего (4,1 балла). Остальные представители *Syringa* адаптировались в условиях дендрария ВНИИСПК (состояние до 3,1 до 4,0 баллов), кроме вида *S. yunnanensis*, который показал недостаточную устойчивость в процессе исследований (состояние в среднем составило 2,9 балла).

Устойчивость древесных растений к болезням и вредителям имеет особое значение в оценке перспективности их интродукции, использования в зеленых насаждениях различного функционального назначения (Крекова и др., 2017). В коллекции ВНИИСПК у изученных таксонов сирени отмечалось незначительное поражение листовых пластинок пятнистостями различной окраски, величины и формы, вызываемыми грибами. Образование на листьях расплывчатых пятен без окаймления охряного цвета (антракноз, возбудитель – *Gloeosporium syringae* Allesch.) или округлых, коричневых, которые со временем светлеют в центре и становятся серыми с темным ободком (аскохитоз, возбудитель – *Ascochyta orientalis* Bond.), в большей степени проявлялись у растений сирени во второй половине вегетации. Отмечалось также появление на листьях окаймленных округлых, охряно-коричневого цвета пятен (септориоз, возбудитель – *Septoria syringae* Sacc. et Speg.); красно-коричневых, различной формы, постепенно разрастающихся, позднее приобретающих сероватую окраску (филлостиктоз, возбудители – *Phyllosticta syringae* West., *Phyllosticta syringophila* Oud.). Пораженные болезнями листья преждевременно засыхают и опадают. Инфекция сохраняется в растительных остатках.

В отдельные годы исследований с влажным и жарким летом, особенно в конце вегетации (август-сентябрь), у таксонов *S. vulgaris*, *S. × chinensis*, *S. × persica* var. *laciniata* отмечалось

единичное поражение листьев мучнистой росой (возбудитель – грибы *Microsphaera syringae* Jacz., *Microsphaera penicillata* (Wallr.) Lev. f. *syringae* Jacz.) Болезнь проявлялась образованием на листовых пластинках серовато-белого налета мицелия, со временем формировались темно-коричневые точечные плодовые тела зимующей стадии. У вида *S. vulgaris* отмечалось незначительное поражение побегов обыкновенным или европейским раком сирени (возбудитель – гриб *Nectria galligena* Bres.). Протекание данной болезни сопровождается растрескиванием коры с образованием язвы с приподнятыми краями из каллусной ткани, появляются беловато-кремовых подушечки спороношения, в дальнейшем развитие инфекции приводит к засыханию побегов.

За годы исследований у изученных таксонов *Syringa* отмечалось слабое повреждение энтомофитофагами (от 1,0 до 1,1 баллов), что подтверждалось ранее проводимыми нами исследованиями (Павленкова и др., 2020). На верхней поверхности листьев во второй половине вегетации у растений отмечалось появление мин сиреневой моли-пестрянки (*Gracilaria syringella* F.); в месте повреждения листовая пластинка подсыхала и деформировалась. Также выявлены повреждения листьев листогрызущими насекомыми (пчела-листорез *Megachile centuncularis* L., листовые долгоносики *Phyllobius* spp.). Характер и степень повреждения изученных таксонов сирени болезнями и вредителями за все годы исследований не выходили за порог вредоносности и не оказали существенного влияния на их состояние и декоративные качества. Степень поражения (повреждения) болезнями и вредителями не превышала 2,0 балла и характеризовалась незначительной изменчивостью по годам – коэффициент вариации составил 8,39% и 4,56 % соответственно (таблица 2).

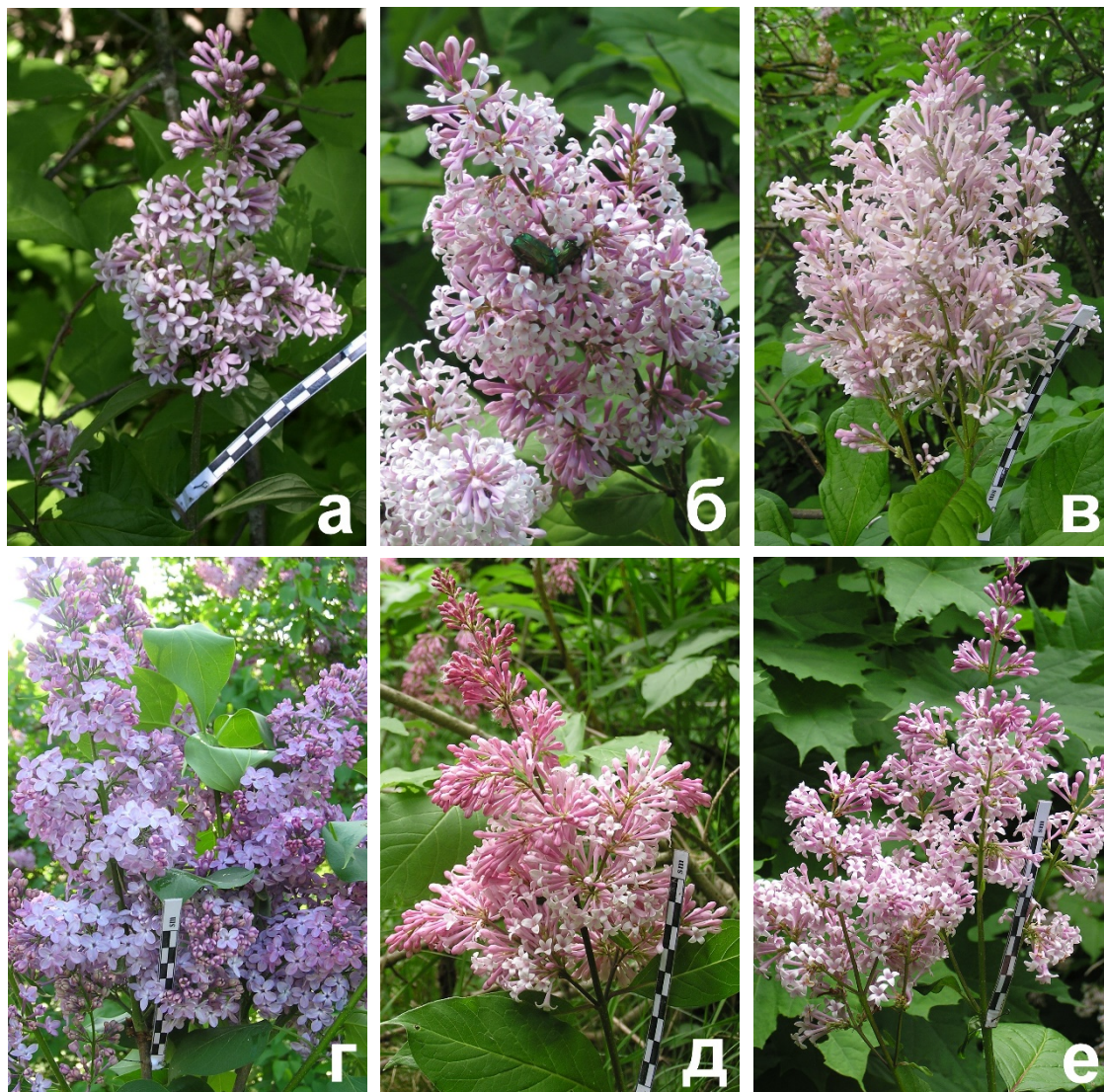
Одним из показателей успешности интродукции древесных растений к новым природно-климатическим условиям является способность их к плодоношению (Скупченко и др., 2011). Интенсивное цветение не всегда гарантирует высокое и хорошее плодоношение. У представителей *Syringa* степень плодоношения значительно варьировала по годам исследований: коэффициент вариации составил 29,74%. Нами выделена группа таксонов сирени с обильным плодоношением (от 4,1 до 5,0 баллов) – *S. komarowii*, *S. velutina*, *S. josikaea*, *S. vulgaris*; группа с хорошим плодоношением (от 3,1 до 4,0 баллов) – *S. amurensis*, *S. villosa*, *S. emodi*, *S. × henryi*. Значение степени плодоношения у перечисленных видов и разновидностей сирени было существенно выше среднего. Единичное завязывание плодов отмечалось у таксонов: *S. yunnanensis* (в 2015 г.), *S. × chinensis* (в 2015 г., 2022 г.), *S. × persica* var. *laciniata* (в 2021 г., 2023 г., 2024 г.). У последних двух разновидностей сирени формировались неполноценные плоды с отсутствием зародыша.

Важным критерием отбора растений для озеленения, особенно это относится к красивоцветущим кустарникам, является степень или обильность цветения (Павленкова, Емельянова, 2016). Высоким значением этого показателя (от 4,1 до 5,0 баллов) характеризовались *S. komarowii*, *S. velutina*, *S. josikaea*, *S. vulgaris*, *S. emodi*, *S. × henryi* (рисунок 1). Несущественные отличия от среднего выявлены у таксонов – *S. amurensis* (3,9 балла), *S. villosa* (3,6 балла), *S. × chinensis* (4,0 балла), *S. × persica* var. *laciniata* (3,4 балла).

Удовлетворительная (от 2,1 до 3,0 баллов) и слабая степень цветения (от 1,1 до 2,0 баллов) отмечены у *S. pekinensis* (2,6 балла), *S. reflexa* (1,6 балла). Единичное цветение наблюдалось у вида *S. yunnanensis* (0,1 балла). В среднем по годам исследований выявлена значительная изменчивость степени цветения (коэффициент вариации 20,30%). Это объясняется биологическими особенностями растений, а также влиянием неблагоприятных факторов зимнего периода – в отдельные годы низкие критические температуры, резкие колебания в зимне-весенний период вызывали подмерзание генеративных почек.

При оценке декоративности растений сирени учитывалась степень цветения, облиственность куста, форма кроны, оригинальность ее строения. Изменчивость данного

показателя в среднем за годы исследований была незначительной (коэффициент вариации 12,50%). Достоверно высоким значением декоративности характеризовались таксоны – *S. amurensis*, *S. komarowii*, *S. velutina*, *S. josikaea*, *S. vulgaris*, *S. emodi*, *S. × henryi* (от 3,6 до 3,9 баллов); низкая декоративность отмечена у *S. reflexa* (1,8 балла) и *S. yunnanensis* (1,0 балла).



а – *S. komarowii*; б – *S. velutina*; в – *S. josikaea*; г – *S. vulgaris*; д – *S. emodi*; е – *S. × henryi*
Рисунок 1 – Виды и разновидности сирени, обладающие высокой степенью цветения

Заключение

Результаты изучения ряда эколого-биологических показателей представителей рода *Syringa* биоресурсной коллекции дендрария ВНИИСПК позволили выделить по комплексу хозяйственно-ценных признаков наиболее перспективные виды и разновидности, которые могут быть рекомендованы для использования в зеленом строительстве и дальнейшей селекции. К ним относятся таксоны Восточно-Азиатского очага произрастания (*S. komarowii*, *S. velutina*), Балкано-Карпатского очага (*S. josikaea*, *S. vulgaris*), Гималайского очага (*S. emodi*), гибридного происхождения (*S. × henryi*). Перечисленные виды и разновидности

сирени характеризуются устойчивостью к повреждающим абиотическим и биотическим факторам среды, обладают высокими декоративными качествами.

Вид *S. amurensis* за годы исследований проявил высокую адаптационную способность к повреждающим факторам вегетационного периода, устойчивость к болезням и вредителям. Однако в отдельные годы степень цветения этого вида характеризовалась как удовлетворительная (3 балла), что оказало влияние на показатели степени плодоношения. Этот вид сирени можно отнести к группе перспективных для зеленого строительства, рекомендовать для использования в одиночных и групповых посадках, создания высоких живых изгородей.

По результатам многолетних исследований (2006...2024 гг.) в условиях интродукции два вида *S. yunnanensis* и *S. reflexa* проявили слабую устойчивость к повреждающим факторам осенне-зимнего периода, в настоящее время не цветут и не плодоносят. Таксоны *S. pekinensis*, *S. villosa*, *S. × chinensis*, *S. persica* var. *laciniata*, несмотря на проявление недостаточной адаптивности в условиях коллекции дендрария ВНИИСПК (Орловская область), заслуживают внимания благодаря своим декоративным качествам. Таксоны *S. villosa*, *S. × chinensis*, *S. persica* var. *laciniata* обладают хорошей степенью цветения и облиственностью куста. Вид *S. pekinensis* цветет позже большинства видов и разновидностей сирени (2-ая декада июня), практически одновременно с *S. amurensis*, что представляет декоративную ценность для продления общего периода цветения рода *Syringa*.

Финансирование

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках НИР FGZS-2025-0009.

Funding

The work was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of research FGZS-2025-0009.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of the interests: the author declare that there is no conflict of interest.

Литература

1. Буторова О.Ф., Матвеева Р.Н., Братилова Н.П. Опыт интродукции древесных растений европейской флоры в зеленой зоне г. Красноярска // Международный научный журнал. 2015. 9. 38-42. <https://www.elibrary.ru/vkfzwv>
2. Гнаткович П.С. Комплексная оценка адаптивной способности и перспективности древесных интродуцентов в условиях Восточной Сибири (на примере г. Братска) // Системы. Методы. Технологии. 2014. 3. 197-205. <https://www.elibrary.ru/syqvgt>
3. Головач А.Г. Программа и методика исследований // Деревья, кустарники и лианы Ботанического сада БИН АН СССР: итоги интродукции. Л.: Наука, 1980. 17-18. <https://search.rsl.ru/ru/record/01001000841?ysclid=mgyyuzkxv3814805346>
4. Горб В.К. Сирени на Украине. Киев: Наукова думка, 1989. 7-11. <https://search.rsl.ru/ru/record/01001477463?ysclid=mgyznfhhti231210610>
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352. <https://elibrary.ru/zjqbud>

6. Дубовицкая О.Ю. Итоги интродукции древесно-кустарниковых растений Сибири в Центрально-Черноземном регионе России // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2014. 13. 71-73. <https://www.elibrary.ru/tbuzsb>
7. Дубовицкая О.Ю., Цой М.Ф., Павленкова Г.А., Масалова Л.И., Фирсов А.Н. Сохранение генофонда и основные итоги интродукции растений дендрария ВНИИСПК // Современное садоводство. 2015. 2. 111-122. <https://www.elibrary.ru/unusax>
8. Ёзиев Л.Х., Кудратов Г.Д. Методика оценки результатов интродукции древесных растений (на примере Южного Узбекистана) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2020. 19, 1. 218-222. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2020043>
9. Емельянова О.Ю., Золотарева Е.В. Особенности цветения и перспективы использования растений семейства *Fabaceae* Lindl. дендрария ВНИИСПК // Современное садоводство. 2020. 1. 30-39. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2020-10105>
10. Емельянова О.Ю. К методике комплексной оценки декоративности древесных растений // Современное садоводство. 2016. 3. 54-74. <https://www.elibrary.ru/wkbmuj>
11. Коляда Н.А. Оценка успешности интродукции некоторых декоративных древесных растений флоры Северной Америки дендрария Горнотаежной станции ДВО РАН // Субтропическое и декоративное садоводство. 2017. 62. 76-82. <https://www.elibrary.ru/zhbghx>
12. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н., Томошевич М.А. Очередные задачи интродукции древесных растений в Азиатской России // Сибирский экологический журнал. 2011. 18, 2. 147-170. <https://www.elibrary.ru/oimqnv>
13. Крекова Я.А., Залесов С.В. История интродукции древесных растений на территории Западной Сибири и Северного Казахстана // Леса России и хозяйство в них. 2019. 2. 4-14. <https://www.elibrary.ru/gedibh>
14. Крекова Я.А., Залесов С.В., Чеботько Н.К. Хозяйственно-ценные древесные породы в коллекции дендропарка КазНИИЛХА и оценка их биоэкологических показателей // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2017. 20. 89-92. <https://www.elibrary.ru/ztcflh>
15. Лобанов А.И., Коновалова Н.А., Тушигмаа Ж. Развитие научных исследований по интродукции древесных растений в Южной Сибири и Монголии // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2020. 19, 1. 280-285. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2020055>
16. Лунева З.С., Михайлов Н.Л., Судакова Е.А. Сирень. М.: Агропромиздат, 1989. 7-8. <https://search.rsl.ru/ru/record/01001458070?ysclid=mgz111ksea739582913>
17. Павленкова Г.А., Емельянова О.Ю. Перспективы использования представителей рода *Syringa* L. в средоулучшающих фитотехнологиях г. Орла и Орловской области // Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине: материалы конференции. М.: Щербинская типография, 2016. 132-136. <https://www.elibrary.ru/weguex>
18. Павленкова Г.А., Князев С.Д., Емельянова О.Ю., Федотова И.Э. Эколого-биологическая оценка видов рода *Syringa* L. для использования в зеленом строительстве Орловской области // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2020. 134. 44-50. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2020-134-44-50>
19. Скупченко Л.А., Мартынов Л.Г., Скроцкая О.В., Мифтахова С.А. Итоги интродукции: декоративные растения. Часть 2. Древесные // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2011. 6. 8-14. <https://www.elibrary.ru/vrtvzl>
20. Тюрина М.М., Красова Н.Г., Резвякова С.В., Савельев Н.Г., Джигадло Е.Н., Огольцова Т.П. Изучение зимостойкости сортов плодовых и ягодных растений в полевых и лабораторных условиях // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных

- культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 59-68. <https://www.elibrary.ru/yhapej>
21. Хрынова Т.П., Турушев М.О. Анализ коллекции травянистых растений, культивируемых в открытом грунте ботанического сада Нижегородского государственного университета // Hortus Botanicus. 2016. 11. 151-162. <https://www.elibrary.ru/xkqbxv>
22. Aronson J. The ecological restoration alliance of botanic gardens: a new initiative takes root // Restoration Ecology. 2014. 22, 6. 713-715. <https://doi.org/10.1111/rec.12151>
23. Debard M.L. International register and checklist of cultivar names in the genus *Syringa* L. (*Oleaceae*). 2025. https://www.internationalilacsociety.org/wp-content/uploads/2025/10/ILS-register-updated-October-13-2025-final-restricted-editing_printing.pdf
24. Fiala J.L., Vrugtman F. Lilacs: Gardener's encyclopedia. Portland, Oregon, USA: Timber Press, 2008. 416. <https://www.amazon.com/Lilacs-Gardeners-Encyclopedia-John-Fiala/dp/0881927953>
25. Gudžinskas Z., Petrulaitis L., Žalneravičius E. New woody alien plant species recorded in Lithuania // Botanica Lithuanica. 2017. 23, 2. 153-168. <https://doi.org/10.1515/botlit-2017-0017>
26. Havens K. The role of botanic gardens and arboreta in restoring plants: From populations to ecosystems // Plant Conservation Science and Practice: The Role of Botanic Gardens / S. Blackmore, S. Oldfield Eds. Great Britain: Cambridge University Press, 2017. 134-165. <https://doi.org/10.1017/9781316556726.008>
27. Lebourgeois F., Rathgeber C., Ulrich E. Sensitivity of French temperate coniferous forests to climate variability and extreme events (*Abies alba*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris*) // Journal of Vegetation Science. 2009. 21. 364-376. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01148.x>
28. Madsen C.L., Kjaer E.D., Raebild A. Climatic criteria for successful introduction of *Quercus* species identified by use of Arboretum data // Forestry. 2021. 94, 4. 526-537. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpab006>
29. Parakhina E.A., Silaeva Z.G., Kiseleva L.L., Chaadaeva N.N., Tyapkina A.P. Ecological and biological characteristics of tree plantings of the Orel SAU arboretum // E3S Web of Conferences. 2021. 254. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125406007>
30. Primack R.B., Miller-Rushing A.J. The role of botanical gardens in climate change research: Tansley review // New Phytologist. 2009. 182, 2. 303-313. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02800.x>
31. Smith P.P. Building a Global System for the conservation of all plant diversity: A vision for botanic gardens and Botanic Gardens Conservation International // Sibbaldia: The International Journal of Botanic Garden Horticulture. 2016. 14. 5-13. <https://doi.org/10.24823/Sibbaldia.2016.208>
32. Smith P.P., Pence V. The role of botanic gardens in *ex situ* conservation // Plant Conservation Science and Practice: The Role of Botanic Gardens / S. Blackmore, S. Oldfield Eds. Great Britain: Cambridge University Press, 2017. 102-133. <https://doi.org/10.1017/9781316556726.007>
33. Westwood M., Cavender N., Meyer A., Smith P. Botanic garden solutions to the plant extinction crisis // Plants People Planet. 2021. 3, 1. 22-32. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10134>

References

1. Butorova, O.F., Matveeva, R.N., & Bratilova, N.P. (2015). Experience introduction of woody plants of the European flora in the green area of Krasnoyarsk. *International Scientific Journal*, 9, 38-42. <https://www.elibrary.ru/vkfzww>. (In Russian, English abstract).

2. Gnatkovich, P.S. (2014). Complex assessment of adaptive capacity and prospectivity of wood introduced species in Eastern Siberia (by the example of the city of Bratsk). *Systems. Methods. Technologies*, 3, 197-205. <https://www.elibrary.ru/syqvgt>. (In Russian, English abstract).
3. Golovach, A.G. (1980). Program and methods of research. In *Trees, shrubs and lianas of the Botanical Garden of the BIN of the USSR Academy of Sciences* (pp. 17-18). Science. <https://search.rsl.ru/ru/record/01001000841?ysclid=mggyuzkxv3814805346>. (In Russian).
4. Gorb, V.K. (1989). *Lilacs in Ukraine* (pp. 7-11). Naukova Dumka. <https://search.rsl.ru/ru/record/01001477463?ysclid=mgzynfhhti231210610>. (In Russian).
5. Dospekhov, B.A. (1985). *The Methodology of Field Experiment*. Agropromizdat. <https://elibrary.ru/zjqbud>. (In Russian).
6. Dubovitskaya, O.Yu. (2014). The results of Siberia trees and shrubs introduction in the Central Chernozem region of Russia. *Problems of Botany in Southern Siberia and Mongolia*, 13, 71-73. <https://www.elibrary.ru/tbuzsb>. (In Russian, English abstract).
7. Dubovitskaya, O.Yu., Tsoi, M.F., Pavlenkova, G.A., Masalova, L.I., & Firsov, A.N. (2015). The gene pool conservation and basic results of plant introduction of arboretum of the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. *Contemporary Horticulture*, 2, 111-122. <https://www.elibrary.ru/unusax>. (In Russian, English abstract).
8. Yoziev, L.H., & Kudratov, G.D. (2020). Methodology for assessment of the results of woody plants introduction (on the example of Southern Uzbekistan). *Problems of Botany in Southern Siberia and Mongolia*, 19(1), 218-222. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2020043>. (In Russian, English abstract).
9. Emelyanova, O.Yu., & Zolotareva, E.V. (2020). Features of flowering and possibility of the using of the Fabaceae Lindl. family plant of VNIISPK arboretum. *Contemporary Horticulture*, 1, 30-39. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2020-10105>. (In Russian, English abstract).
10. Emelyanova, O.Yu. (2016). For method of complex assessment of woody plants decorativeness. *Contemporary Horticulture*, 3, 54-74. <https://www.elibrary.ru/wkbmuj>. (In Russian, English abstract).
11. Kolyada, N.A. (2017). Evaluating introduction success for some ornamental woody plants from the North America flora in the Arboretum of Mountain – Taiga Station of the FAR Eastern Branch of the Russian Science Academy. *Subtropical and Ornamental Horticulture*, 62, 76-82. <https://www.elibrary.ru/zhbghx>. (In Russian, English abstract).
12. Koropachinsky, I.Yu., Vstovosky, T.N., & Tomoshevich, M.A. (2011). Immediate tasks of introduction of woody plants in Asian Russia. *Siberian Journal of Ecology*, 18(2), 147-170. <https://www.elibrary.ru/oimqnv>. (In Russian, English abstract).
13. Krekova, Ya.A., & Zalesov, S.V. (2019). The history of woody plants introduction on the territory West Siberia and North Kazakhstan. *Forests of Russia and the Economy in Them*, 2, 4-14. <https://www.elibrary.ru/gedibh>. (In Russian, English abstract).
14. Krekova, Ya.A., Zalesov, S.V., & Chebotko, N.K. (2017). Economically valuable woody species in the collection of the KAZNIIKHA arboretum and assessment of their bioecological indicators. *Fruit Growing, Seed Growing, Introduction of Woody Plants*, 20, 89-92. <https://www.elibrary.ru/ztclfh>. (In Russian).
15. Lobanov, A.I., Konovalova, N.A., & Tushigmaa, J. (2020). Development of woody plants introduction scientific research in the South Siberia and Mongolia. *Problems of Botany in Southern Siberia and Mongolia*, 19(1), 280-285. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2020055>. (In Russian, English abstract).
16. Luneva, Z.S., Mikhailov, N.L., & Sudakova, E.A. (1989). *Lilac* (pp. 7-8). Agropromizdat. <https://search.rsl.ru/ru/record/01001458070?ysclid=mgz111ksea739582913>. (In Russian).

17. Pavlenkova, G.A., & Emelyanova, O.Yu. (2016). Prospects of using species of *Syringa* L. genus in phytotechnologies that improve the environment in Orel and Orel region. In *Biological Features of Medicinal and Aromatic Plants and Their Role in Medicine* (pp. 132-136). Shcherbinsky printing house. <https://www.elibrary.ru/weguex>. (In Russian, English abstract).
18. Pavlenkova, G.A., Knyazev, S.D., Emelyanova, O.Yu., & Fedotova, I.E. (2020). Ecological and biological assessment of species of the genus *Syringa* L. for use in the green building of the Orel region. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*, 134, 44-50. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2020-134-44-50>. (In Russian, English abstract).
19. Skupchenko, L.A., Martynov, L.G., Skrockaja, O.V., & Miftahova, S.A. (2011). Introduction results: ornamental plants. Part 2. Wood. *Bulletin of Institute Biology Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Science Academy*, 6, 8-14. <https://www.elibrary.ru/vrtvzl>. (In Russian, English abstract).
20. Tyurina, M.M., Krasova, N.G., Rezvyakova, S.V., Savelyev, N.G., Gigadlo, E.N., & Ogoltsova, T.P. (1999). Study of winter hardiness of varieties of fruit and berry plants in field and laboratory conditions. In E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and Methods of Variety Investigation of Fruit, Berry and Nut Crops* (pp. 59-68). VNIISPK. <https://www.elibrary.ru/yhapej>. (In Russian).
21. Hrynova, T.R., & Turushev, M.O. (2016). Analysis of the outdoor collection of herbaceous plants of the Botanical Garden of the Lobachevsky University. *Hortus Botanicus*, 11, 151-162. <https://www.elibrary.ru/xkqbxv>. (In Russian, English abstract).
22. Aronson, J. (2014). The Ecological Restoration Alliance of Botanic Gardens: A New Initiative Takes Root. *Restoration Ecology*, 22(6), 713-715. <https://doi.org/10.1111/rec.12151>
23. Debard, M.L. (2025). *International Register and Checklist of Cultivar Names in the Genus Syringa L. (Oleaceae)*. https://www.internationalilacsociety.org/wp-content/uploads/2025/10/ILS-register-updated-October-13-2025-final-restricted-editing_printing.pdf
24. Fiala, J.L., & Vrugtman, F. (2008). *Lilacs: Gardener's Encyclopedia*. Timber Press. <https://www.amazon.com/Lilacs-Gardeners-Encyclopedia-John-Fiala/dp/0881927953>
25. Gudžinskas, Z., Petrulaitis, L., & Žalneravičius, E. (2017). New woody alien plant species recorded in Lithuania. *Botanica Lithuanica*, 23(2), 153-168. <https://doi.org/10.1515/botlit-2017-0017>. (In Lithuania).
26. Havens, K. (2017). The role of botanic gardens and arboreta in restoring plants: From populations to ecosystems. In S. Blackmore, S. Oldfield (Eds.), *Plant Conservation Science and Practice: The Role of Botanic Gardens* (pp. 134-165). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316556726.008>
27. Lebourgeois, F., Rathgeber, C., & Ulrich, E. (2009). Sensitivity of French temperate coniferous forests to climate variability and extreme events (*Abies alba*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris*). *Journal of Vegetation Science*, 21, 364-376. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01148.x>
28. Madsen, C.L., Kjaer, E.D., & Raebild, A. (2021). Climatic criteria for successful introduction of *Quercus* species identified by use of Arboretum data. *Forestry*, 94(4), 526-537. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpab006>
29. Parakhina, E.A., Silaeva, Z.G., Kiseleva, L.L., Chaadaeva, N.N., & Tyapkina, A.P. (2021). Ecological and biological characteristics of tree plantings of the Orel SAU arboretum. *E3S Web of Conferences*, 254. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125406007>
30. Primack, R.B., & Miller-Rushing, A.J. (2009). The role of botanical gardens in climate change research: Tansley review. *New Phytologist*, 182(2), 303-313. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02800.x>
31. Smith, P.P. (2016). Building a Global System for the conservation of all plant diversity: A vision for botanic gardens and Botanic Gardens Conservation International. *Sibbaldia: The*

- International Journal of Botanic Garden Horticulture*, 14, 5-13.
<https://doi.org/10.24823/Sibbaldia.2016.208>
32. Smith, P.P., & Pence, V. (2017). The role of botanic gardens in *ex situ* conservation. In S. Blackmore, S. Oldfield (Eds.). *Plant Conservation Science and Practice: The Role of Botanic Gardens* (pp. 102-133). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781316556726.007>
33. Westwood, M., Cavender, N., Meyer, A., & Smith, P. (2021). Botanic garden solutions to the plant extinction crisis. *Plants People Planet*, 3(1), 22-32. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10134>

Автор:

Галина Александровна Павленкова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории декоративных растений, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»,
pavlenkova@orel.vniispk.ru
ORCID: 0000-0003-4458-846X
SPIN: 1989-1082

Author:

Galina A. Pavlenkova, PhD in Agriculture, Senior Researcher at the Laboratory of Ornamental Plants of Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPК),
pavlenkova@orel.vniispk.ru
ORCID: 0000-0003-4458-846X
SPIN: 1989-1082

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 634.8.037 + 663.2 + 663.8

Качество урожая молодых растений амурского винограда в условиях Нижнего Поволжья

А.С. Руденко¹ , Н.В. Рязанцев¹, К.В. Брыксина², В.А. Кольцов², Н.К. Шелковская³

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет биотехнологии, генетики и инженерии им. Н.И. Вавилова», 410012, пр-т Петра Столыпина, д. 4, Саратов, Россия, rector@vavilovsar.ru

²ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», 393760, ул. Интернациональная, д. 101, Мичуринск, Россия, info@mgau.ru

³ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 656038, ул. Ленина, д. 46, Барнаул, Россия, politeh@altgtu.ru

Аннотация

В статье представлены результаты трехлетних исследования биохимических соединений в ягодах амурского винограда (*V. amurensis*) сортов Амурский прорыв, Мариновский; сортообразцов Амурский триумф и Прорыв белый, форм евро-амурского происхождения (*V. amurensis* × *V. vinifera*): Северный плечистик, Неретинский, и европейского винограда (*V. vinifera*) – сортообразец Oberlin Noir. Целью исследования является изучение качества урожая молодых растений амурского винограда в условиях Нижнего Поволжья. Изучен сортимент молодого виноградника, определены технологические особенности возделываемого сырья для производства натурального сока прямого отжима. Определено накопление сахаров, титруемых и аскорбиновой кислот в соке ягод в процессе роста и развития винограда. В ходе лабораторного исследования накопления сахаров у молодых плодоносящих кустов винограда на третий год плодоношения установлено, что наибольшее накопление сахара между амурскими сортообразцами Прорыв белый, Амурский прорыв, Амурский триумф и другими, находится в пределах 27,0...22,0%, между евро-амурскими: Северный плечистик, Неретинский, Мариновский – 23,0...18,0%. Виноград амурского и евроамурского происхождения в условиях Нижнего Поволжья обладает высоким уровнем аскорбиновой кислоты, которая коррелирует с уровнем антиоксидантов в ягоде. Оптимальные биохимические показатели позволяют использовать ягоды амурского, евро-амурского сортообразцов для приготовления пастеризованных соков прямого отжима.

Ключевые слова: динамика, биохимия, увология, амурский виноград, виноградный сок, грозди, антиоксиданты, технический виноград

Quality of harvest of young plants of *Vitis amurensis* in the conditions of the Lower Volga Region

A.S. Rudenko¹ , N.V. Ryazantsev¹, K.V. Bryksina², V.A. Koltsov², N.K. Shelkovskaya³

¹Saratov State University of Biotechnology, Genetics and Engineering named after N.I. Vavilov, Peter Stolypin Ave., 4, Saratov, Russia, 410012, rector@vavilovsar.ru

²Michurinsk State Agrarian University, Internatsionalnaya str., 101, Michurinsk, Russia, 393760, info@mgau.ru

³Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 656038, Lenin St., 46, Barnaul, Russia, 656038, politeh@altgtu.ru

Abstract

The article presents the results of a three-year study of biochemical compounds in berries of Amur grapes (*V. amurensis*) of the Amursky proryv, Marinovsky cultivars; varieties Amursky triumph and Proryv bely, forms Euro-Amur origin (*V. amurensis* × *V. vinifera*): Severny plechistik, Neretinsky, and european cultivar Oberlin Noir (*V. vinifera*). The purpose of the study is to study

the quality of the harvest of young *V. amurensis* plants in the conditions of the Lower Volga region. The assortment of the young vineyard was studied, the technological features of the cultivated raw materials for the production of direct squeezed natural juice were determined. The accumulation of sugars, titrated and ascorbic acids in the juice of berries during the growth and development of grapes is determined. In the course of a laboratory study of the accumulation of sugars in young fruiting grape bushes in the third year of fruiting, it was found that the greatest accumulation of sugar between *V. amurensis* cultivars Proryv bely, Amursky proryv, Amursky triumph and others is within 27.0—22.0%, between Euro-Amur: Severny plechistik, Neretinsky, Marinovsky – 23.0—18.0%. Grapes of Amur and Euro-Amur origin in the conditions of the Lower Volga region have a high level of ascorbic acid, which correlates with the level of antioxidants in the berry. Optimal biochemical indicators allow using berries of the Amur, Euro-Amur varieties for the preparation of pasteurized juices of direct pressing.

Key words: dynamics, biochemistry, uvology, Amur grapes, grape juice, bunches, antioxidants, technical grapes

Введение

Виноград является важнейшим сельскохозяйственным растением, плоды которого используются как для потребления в свежем виде, так и для переработки, преимущественно на соки, вина и сушеную продукцию.

Благодаря высокому содержанию сахаров, органических кислот, витаминов и микроэлементов плоды винограда обладают высокими питательными и лечебными свойствами.

В настоящее время для развития виноградарства в Саратовской области существуют оптимальные условия для выращивания винограда в неукрывной культуре. По территориальным и климатическим показателям Саратовская область, благодаря продолжительному безморозному периоду и достаточной тепловой обеспеченности периода вегетации, имеет большие перспективы расширения рынка сбыта виноградной продукции и производства продуктов из винограда (Рябушкин, Рязанцев, 2015).

Сегодня однозначно установлено, что в основе «французского парадокса» – полифенолы винограда. Именно их биологически активные свойства защищают жителей Франции и всех тех, кто умеренно и регулярно употребляет красные столовые виноградные вина, от угрозы сердечно-сосудистых и других заболеваний – в том числе онкологических. Полифенольный комплекс, являясь антиоксидантом, обладает лечебным и лечебно-профилактическим эффектом (Кирина, Брыксина, 2023, Перфилова и др., 2023).

В соке винограда после дробления, по литературным источникам, находится небольшое количество витамина С – от 3,2 до 4,3 мг/100 г, так как в процессе дробления и прессования происходят окислительные процессы (Аронбаев и др., 2016). Натуральные виноградные соки прямого отжима производятся по требованиям и соответствию ГОСТ 32102-2013.

Для продуктивного возделывания существует необходимость подбора районированных сортов и испытанных научными организациями, сортообразцов винограда в предполагаемом регионе возделывания (Дуран, 2024, Майстренко и др., 2018). В исследовании изучаются сортообразцы винограда возделываемые в неукрывной культуре. Данный вид выращивания совершенно новый в промышленном производстве Средней полосы России и является актуальным в настоящее время.

Перспективными для данного вида выращивания являются сорта, созданные на основе амурского винограда (*Vitis amurensis*). Виноград обладает повышенной морозостойкостью и грибным заболеваниями (Зармаев, 2023).

Для изучения пригодности выращиваемого сырья к переработке необходимы лабораторные исследования качественных показателей, соответствующие требованиям ГОСТ (Ольховатов и др., 2021, Чаусов и др., 2015). Биохимические изыскания по исследуемым сортаобразцам ранее в данном регионе не проводили.

Цель – изучение варьирования биохимических веществ в свежих соках амурского и евроамурского винограда. Поставлены задачи: изучить сортимент молодого виноградника и определить технологические особенности возделываемого сырья; провести определение основных физико-химических показателей соков; оценить пригодность переработки виноградного сырья на сок.

Материалы и методы

В лабораторных условиях изучали ягоды интродуцированных сортаобразцов винограда *среднего срока созревания*: Амурский триумф [сеянец № 8, *Vitis amurensis*], Северный плечистик [Плечистик × *Vitis amurensis* × СВ 12-375]; и *среднепозднего срока созревания*: Прорыв белый [сеянец № 6, *Vitis amurensis*], Амурский триумф [сеянец №7, *Vitis amurensis*], Неретинский [(Цимлянский черный × *Vitis amurensis*) × *Vitis amurensis*], Мариновский [Июльский × *Vitis amurensis*], Oberlin Noir [Gamay (Pinot Noir × Gamay Blan) × *Vitis riparia* Millardet].

Рельеф местности антропогенный, балочно-овражный. Южный склон горы «Кумысная поляна» относится к Приволжской возвышенности Экспозиция склона участка юго-западная. Почвенный покров на участке возделывания неполноразвитый выщелоченный чернозем с включениями мелкозернистой опоки.

Кусты винограда посажены по схеме 3,0 × 1,5 м на одноплоскостной шпалере с комбинированной веерной формировкой. Орошение микро-капельный полив. Система содержания междурядий – залужение с кошением; прикустовых полос – мульче-дерновая. Площадь виноградника 0,3 га.

Исследование проведено с 2022 по 2024 годы на винограднике учебного научного производственного комплекса «Агроцентр» ФГБОУ ВО Вавиловского университета, г. Саратов.

Лабораторные исследования биохимических показателей выполняли в учебной лаборатории университета, проведены в 2-х кратной повторности в соответствии с требованиями: сбор винограда (ГОСТ 31782-2012), определение массовой концентрации титруемых кислот (ГОСТ 32114-2013), определение содержания сахаров (ГОСТ 13192-73), определение содержания витамина «С» (ГОСТ 7047-55), нормативные показатели столовых виноматериалов и винных напитков (ГОСТ 52523-2006, ГОСТ 31729-2015) соответственно. Относительную плотность измеряли ареометрами АОН-1, для измерения кислотности среды применяли рН-метр рН-150МИ.

Органолептическую оценку пастеризованных соков проводили по 10 балльной шкале, дегустационной комиссией кафедр ТПХ и ППР Мичуринского ГАУ и лаборатории передовых послеуборочных технологий ФНЦ им. И.В. Мичурина.

Суммарное содержание антиоксидантов фенольного типа, определяли на анализаторе «Цвет Яуза-01-АА» в лаборатории ФНЦ им. И.В. Мичурина, ЦКП ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск.

Результаты исследования. Ввиду изучения показателей качества урожая в многолетней перспективе и накопления биохимических показателей ягод, возможно предположить об оптимальном уровне показателей качества культивируемой культуры до вступления в стадию стабильного плодоношения. Необходимо изучить механический и химический состав гроздей винограда. Технологическая характеристика приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические показатели гроздей сортообразцов винограда (2022...2024 гг.)

Сортообразец	Средняя масса грозди, г				Технологическая характеристика	
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	средняя за три года	Средний выход сока, %	Срок хранения в холодильной камере
Неретинский	138,7	128,3	118,3	128,4	60,0	менее 2 недель
Мариновский	156,1	192,2	118,6	155,6	60,0	менее 2 недель
Северный плечистик	136,7	281,8	412,0	276,8	51,0	более 2 недель, заизюмление
Амурский триумф	150,0	254,5	184,5	196,3	66,0	более 2 недель
Прорыв белый	151,0	326,0	120,6	199,2	60,0	более 2 недель, заизюмление
Амурский прорыв	152,9	272,6	101,4	175,6	66,0	менее 2 недель
Oberlin Noir	122,0	121,2	110,3	117,8	70,0	менее 2 недель

По итогу каждого года плодоношения было проведено определение основных физико-химических показателей соков винограда, а также дополнительный биохимический анализ антиоксидантной активности.

Согласно таблице 1, крупной гроздью обладает евро-амурский сортообразец Северный плечистик со средней массой – 276,8 г. Мелкая гроздь свойственна европейскому сортообразцу Oberlin Noir со средней массой – 117,8 г. Амурские сорта и сортообразцы находятся на среднем уровне с массой гроздей 128,4...199,2 г.

Малая масса гроздей третьего года сбора винограда обусловлена вторичным плодоношением после гибели надземной части в период возвратных заморозков (до минус 4°C).

Средний выход сока рассчитан по четырем гроздям типичным для сортообразца из средней пробы. Оптимальные значения технологических показателей характерны для технических сортов Амурский прорыв, Прорыв белый, Амурский триумф. По объему выхода мякоти/сока лидируют сортообразцы амурского генотипа Амурский триумф, Амурский прорыв и Прорыв белый, Северный плечистик – 70%, им уступают евро-амурские сортообразцы Мариновский и Неретинский – 40% (Рязанцев и др., 2024).

Согласно ГОСТ 31782-2012 свежесобранный технический виноград незамедлительно направляют на переработку. После сбора урожая универсальных сортов на реализацию, виноград поступает в холодильные камеры. Технические образцы хранились в холодильной камере при +10...+15°C. Сортообразцы со сроком хранения более 2 недель успешно хранятся, без потери товарного вида – Северный плечистик, Прорыв белый и Амурский триумф. Универсальный сорт Амурский прорыв хранится с потерей товарного качества менее 2 недель, как и технические сортообразцы Мариновский, Неретинский и Oberlin Noir.

В первый год плодоношения у двулетних саженцев получили сигнальные грозди, которые указывают на соответствие ампелографическому описанию сорта или гибрида. По результатам апробации установлено, выращиваемые сортообразцы соответствуют своему описанию.

Аналитические данные таблицы 2 показывают, что максимальную сахаристость за вегетационный период набрал сортообразец Прорыв белый – 21,0%, что соответствует высокой плотности раствора 1,098 г/100 см³. Сортообразцы Амурский прорыв и Северный плечистик показали низкий процент сахаристости 13,0 и 13,7 соответственно. Остальные образцы находятся на среднем уровне содержания сахара 14,2...16,9%.

Содержание титруемых кислот находится в пределах 8,25...16,72 г/дм³. Наибольшее содержание отмечается у сортообразца Амурский прорыв 16,72 г/дм³. Сортообразец

Северный плечистик характеризуется наименьшим уровнем кислот 8,25 г/дм³. Сахарокислотный индекс соответствует 9,3...18,1 ед. Аскорбиновая кислота находится в незначительных количествах 0,3 до 0,5 мг/100 г. Ввиду малого количества ягод, определение pH сока не проводили.

Таблица 2 – Биохимический состав соков первого года плодоношения (2022 г.)

Сортообразец	Относительная плотность, г/100 см ³	Сахаристость, %	Титруемая кислотность, г/дм ³	Сахаро-кислотный индекс, ед.	Аскорбиновая кислота, мг/100 г
Неретинский	1,060	14,2	9,86	14,4	0,5
Мариновский	1,062	15,4	9,52	16,2	0,4
Северный плечистик	1,058	13,7	8,25	16,7	0,5
Амурский триумф	1,061	13,0	8,43	15,4	0,3
Прорыв белый	1,098	21,0	11,63	18,1	0,3
Амурский прорыв	1,074	15,5	16,72	9,3	0,4
Oberlin Noir	1,063	16,9	15,35	11,0	0,5

В зимний период 2023 года произошли неблагоприятные погодные явления – оттепель (до 7,2°C) с резким понижением суточных температур в январе (до минус 22,7°C), которая повлекла гибель надземной части виноградных кустов. Для возобновления нормального развития и роста органов винограда потребовался месяц. Вторичное плодоношение происходило из спящих почек на голове куста и дифференцированных усиках. Со второго года плодоношения количество ягод и их масса пропорционально увеличиваются. С увеличением объема грозди происходит большее накопление органических веществ в клеточном соке и тканях ягоды. Химический анализ свежих соков 2-го года плодоношения отмечен в таблице 3.

Таблица 3 – Биохимический состав соков винограда второго года плодоношения (2023 г.)

Сортообразец	Относительная плотность, г/100 см ³	Сахаристость, %	Титруемая кислотность, г/дм ³	Сахаро-кислотный индекс, ед.	pH	Аскорбиновая кислота, мг/100 г
Неретинский	1,061	15,1	9,75	15,4	2,9	1,3
Мариновский	1,065	17,2	9,00	17,9	3,3	1,2
Северный плечистик	1,060	15,0	7,50	18,4	3,5	1,4
Амурский триумф	1,064	15,6	8,25	18,3	3,3	0,7
Прорыв белый	1,110	24,2	10,50	22,2	3,0	1,2
Амурский прорыв	1,073	18,6	16,40	9,8	2,5	1,1
Oberlin Noir	1,062	16,0	14,25	10,5	3,1	1,4

Биохимический анализ соков второго года плодоношения показал, что максимальный уровень сахара отмечен у амурского сортообразца Прорыв белый – 24,2%. Минимальный уровень сахара определили у сортообразцов Северный плечистик, Неретинский и Амурский триумф с 15,0 до 15,6%. У европейского технического сортообразца Oberlin Noir отмечено более низкое содержание сахаров в соке 16,0%, чем у амурских сортов Мариновский и Амурский прорыв – 17,2 и 18,6%, соответственно. По СКИ гармоничным вкусом обладают сортообразцы Прорыв белый 22,2 ед., Амурский триумф 18,3 ед. и Северный плечистик 18,4 ед.

Наибольшее содержание титруемых кислот отмечено в соке европейского сортообразца Oberlin Noir 14,25 г/дм³, максимальное – у амурского сорта Амурский прорыв 16,40 г/дм³.

Значения титруемых кислот в соках сортообразцов Мариновский, Нертинский, Северный плечистик, Амурский триумф, Прорыв белый находятся в пределе 7,5...10,25 г/дм³. Значения pH соков соответствует уровню титруемых кислот.

Количество аскорбиновой кислоты в соках увеличилось, по сравнению с предыдущим годом, в среднем на 0,78 мг/100 г.

По результатам 3-го года плодоношения (таблица 4), наблюдается равномерное развитие растений винограда.

Таблица 4 – Биохимический состав соков винограда третьего года плодоношения (2024 г.)

Сортообразец	Относительная плотность, г/100 см ³	Сахаристость, %	Титруемая кислотность, г/дм ³	Сахаро-кислотный индекс, ед.	pH	Аскорбиновая кислота, мг/100 г
Неретинский	1,080	19,0	15,80	12,3	2,7	1,8
Мариновский	1,070	18,0	13,40	13,4	2,6	1,8
Северный плечистик	1,065	23,0	9,00	25,6	3,6	3,5
Амурский триумф	1,107	22,0	15,40	14,3	3,0	1,8
Прорыв белый	1,120	27,0	11,80	22,9	3,1	1,8
Амурский прорыв	1,070	25,0	15,40	16,2	2,5	3,0
Oberlin Noir	1,090	23,0	19,70	11,7	2,8	3,5

Наибольшая массовая доля сахара отмечено у амурского белоягодного сортообразца Прорыв белый – 27,0%, немного меньше – у чернаягодных: сорта Амурский прорыв 25,0% и сортообразцов Oberlin Noir и Северный плечистик по 23,0%. Наименьший уровень сахаристости отмечен у Мариновский, Неретинский и Амурского триумфа в пределе 18,0...22,0%. Относительная плотность соответствует накоплению сахаров в растворе свежих соков.

С накоплением сахара в созреваемой ягоде происходит изменение уровня титруемых кислот, что приводит к изменению сахарокислотного индекса. Расчет которого необходим для оценивания вкуса ягод. СКИ показывает отношение содержания сахара к титруемой кислотности, что влияет на гармоничность вкуса.

Наибольший уровень СКИ в свежих соках наблюдается у сортообразцов Северный плечистик и Прорыв белый 25,6 ед. и 22,9 ед. соответственно.

На 3-й год содержание титруемых кислот в соках сортообразцов Oberlin Noir, Неретинский, Амурский триумф, отмечено наибольшее повышение кислот с 15,4 до 19,7 г/дм³. У сорта Мариновский наблюдается небольшой рост уровня кислот с 9,00 до 13,4 г/дм³. Снижение уровня кислот, произошло у сорта Амурский прорыв до 15,4 г/дм³. Показатель pH растворов соков соответствует уровню кислот. Максимальное увеличения содержания антиоксиданта аскорбиновой кислоты в соке, отмечено у европейского чернаягодного сортообразца Oberlin Noir и амурского чернаягодного сортообразца Северный плечистик по 3,5 мг/100г. Немного меньшее содержание наблюдается у сорта Амурский прорыв до 0,30 мг/100г.

Представляет практический интерес изучение антиоксидантной активности ягод амурских, евро-амурских и европейского сортообразцов. Показатели среднего суммарного содержания антиоксидантов (ССА) за два года в ягодах амурских сортообразцах: Прорыв белый, Амурский триумф, Амурский прорыв находились в пределах значения от 59,18...102,86 мг/100 г (по галловой кислоте) и 88,76...154,29 мг/100 г (по кверцетину) (таблица 5).

У евро-амурских образцов Северный плечистик, Неретинский, Мариновский ССА составило 80,63...110,74 мг/100 г (по галловой кислоте) и 118,50...166,11 мг/100 г (по

кверцетину). У европейского сортообразца Oberlin Noir ССА является самым высоким 204,12 мг/100 г и 306,15 мг/100 г, соответственно по галловой кислоте и кверцетину.

Таблица 5 – Антиоксидантная ценность свежего винограда (2023...2024 гг.)

Сортообразцы	Среднее содержание антиоксидантов	
	По галловой кислоте, мг/100 г	По кверцетину, мг/100 г
	2023 г.	2024 г.
Неретинский	92,04	131,56
Мариновский	110,74	166,1
Северный плечистик	80,63	118,50
Амурский триумф	86,97	130,45
Прорыв белый	59,18	88,76
Амурский прорыв	102,86	154,29
Oberlin Noir	204,12	306,15

Увеличение показателя антиоксидантной ценности сортов Мариновский, Oberlin Noir в 2024 году обусловлено увеличением содержания аскорбиновой кислоты на 50,0 и 191,7% соответственно.

Для определения вкусовых качеств собранной ягоды проведена дегустационная оценка сотрудниками кафедры ЗРиП (рисунок 1) Вавиловского университета. Результаты показали, что по 10 балльной шкале максимальное значение имеет сортообразец Прорыв белый 8,4 балла. Минимальную оценку получил сортообразец Oberlin Noir 4,0 балла, у него отмечен посредственный вкус с высокой кислотностью.

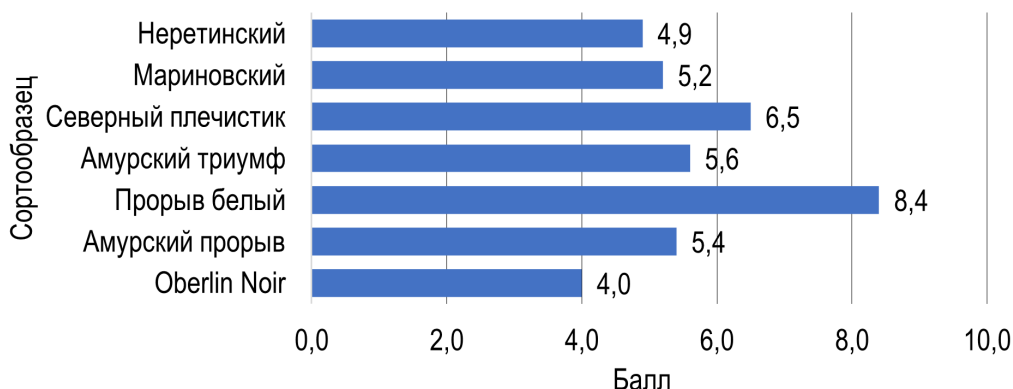


Рисунок 1 – Дегустационная оценка ягод винограда 2024 г.

Пригодность к переработке оценивали путём приготовления натуральных пастеризованных соков. Для осаждения мякоти соков применяли ферментный препарат. Органолептическая оценка приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Органолептическая оценка пастеризованных соков (2024 г.)

Образец	Цвет	Аромат	Вкус	Консистенция	Внешний вид	Средний балл
Амурский Прорыв	9,6	9,4	8,2	9,8	9,6	9,3
Мариновский	9,6	9,6	8,2	9,8	9,6	9,3
Прорыв белый	9,2	9,7	9,4	9,2	8,9	9,2
Амурский триумф	9,0	9,8	9,2	8,0	8,0	8,8

Из четырех представленных образцов натурального пастеризованного сока, максимальный балл получили соки из сортов Амурский прорыв и Мариновский по 9,3 балла, им немного уступает образец Прорыв белый 9,2 балла. В образцах Прорыв белый и Амурский триумф отмечены мутные осадки. Сок из ягод красных сортов винограда имели кисло-сладкий вкус и рекомендованы для купажирования. Светлый сок из ягод сортообразца Прорыв белый отличался сладко-пряным вкусом и рекомендован для купажирования.

Заключение

Изучен сортимент выращиваемого виноградника УНПК «Агроцентр» Вавиловского университета по механическим показателям урожая. Наибольшая динамика набора массы грозди отмечена у евро-амурского сортообразца Северный плечистик. Максимальный выход сока при прямом отжиме выявлен у сортообразца Амурский триумф и сорта Амурский прорыв. Сортообразцы Северный плечистик, Прорыв белый, Амурский триумф способны сохранять высокие товарные качества ягод более 2 недель, что позволяет реализовывать данный виноград в свежем виде.

По накоплению сахаров в соке из ягод растений третьего года плодоношения изучаемые сортообразцы винограда распределились в порядке убывания: Прорыв белый 27,0%, Амурский прорыв 25,0%, Северный плечистик и Oberlin Noir по 23,0%, Амурский триумф 22,0%, Неретинский 19,0%, Мариновский 18,0%.

На основании требований ГОСТ 32102-2013 и определения основных физико-химических показателей выявлено: что свежее сырье сорта Мариновский и сортообразцов Северный плечистик, Прорыв белый имеют оптимальные биохимические показатели и могут использоваться для приготовления пастеризованных соков прямого отжима. Сорт Амурский прорыв и сортообразцы Неретинский, Oberlin Noir и Амурский триумф имеют повышенную титруемую кислотность и рекомендованы к купажированию.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Центру коллективного пользования «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения» ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ» за предоставленное оборудование и доценту кафедры «Технология хранения и переработки зерна» Н.К. Шелковской ФГБОУ ВО «Алтайский государственный политехнический университет» за выполнение лабораторных исследований.

Финансирование. Исследование не получало внешнего финансирования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Аронбаев Д.М., Федоров Ф.Ф., Аронбаев С.Д., Пронина К.В., Шертаева А.А. Ещё раз о «французком парадоксе», или о пользе умеренного потребления виноградных вин // Молодой ученый. 2016. 18. 25-30. <https://elibrary.ru/wmgym>
2. Дуран Н.А. Новый красный технический сорт винограда Яхонтовый // Русский виноград. 2024. 28. 9-16. <https://doi.org/10.32904/2712-8245-2024-28-9-16>
3. Зармаев А.А. Амурский виноград объединяет ученых // Виноделие и виноградарство. 2023. 4. 36-43. <https://elibrary.ru/nuelki>
4. Кирина И.Б., Брыксина К.В., Оценка антиоксидантной ценности различных сортов жимолости синей в процессе хранения // Экологические проблемы в отечественном

- садоводстве (V Потаповские чтения): Материалы конференции. Мичуринск: ООО «БИС», 2023. 148-153. <https://elibrary.ru/uekxzj>
5. Майстренко А.Н., Майстренко Л.А., Дуран Н.А. Медютова Е.Н., Матвеева Н.В. Новый красный технический сорт винограда Лирика // Русский виноград. 2018. 8. 17-24. <https://doi.org/10.32904/2412-9836-2018-8-17-24>
 6. Ольховатов, Е.А. Касьянов Г.И., Христюк А.В. Оценка значимости биохимических критериев пригодности винограда красных технических сортов к винификации // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2021. 2. 105-109. <https://elibrary.ru/fxyfoa>
 7. Перфилова О.В., Родина З.Ю., Брыксина К.В., Ильинский А.С. Исследование содержания антиоксидантов в растительном сырье – ингредиентах для поликомпонентных чипсов функционального назначения // Новые технологии. 2023. 19, 4. 134-143. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-134-143>
 8. Рябушкин Ю.Б., Рязанцев Н.В. Хозяйственно-биологическая оценка сортов винограда для выращивания в Правобережье Саратовской области // Аграрный научный журнал. 2015. 5. 23-27. <https://elibrary.ru/ttyeun>
 9. Рязанцев Н.В., Руденко А.С., Еськов М.И., Шагиев Б.З. Изменение увологических показателей молодых растений амурского винограда // Садоводство и виноградарство. 2024. 4. 37-44. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2024-4-37-44>
 10. Чаусов В.М., Трошин Л.П., Бурлаков М.М., Родионова Л.Я. Механический состав гроздей и биохимия столовых сортов винограда Флора, Низина, Анюта // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. 105. 910-921. <https://elibrary.ru/tikkhz>

References

1. Aronbaev, D.M., Fedorov, F.F., Aronbaev, S.D., Pronina, K.V., & Shertaeva, A.A. (2016). Once again about the "French paradox," or about the benefits of moderate consumption of grape wines. *Young Scientist*, 18, 25-30. <https://elibrary.ru/wmgymr>. (In Russian).
2. Duran, N.A. (2023). New red grapevine wine variety of Yahontoviy. *Russian Grapes*, 28, 9-16. <https://doi.org/10.32904/2712-8245-2024-28-9-16>. (In Russian, English abstract).
3. Zarmaev, A.A. (2023). Amur grapes unites scientists. *Winemaking and Viticulture*, 4, 36-43. <https://elibrary.ru/nuelki>
4. Kirina, I.B., & Bryksina, K.V. (2023). Assessment of the antioxidant value of different varieties of blue honeysuckle during storage. In *Environmental problems in domestic gardening (V Potapov readings): conference proceedings* (pp. 148-153). BIS LLC. <https://elibrary.ru/uekxzj>. (In Russian, English abstract).
5. Maistrenko, A.N., Maistrenko, L.A., Duran, N.A., Medutova, E.N., & Matveeva, N.V. (2018). New red technical grape variety Lyrika. *Russian Grapes*, 8, 17-24. <https://doi.org/10.32904/2412-9836-2018-8-17-24>. (In Russian, English abstract).
6. Olkhovатов, E.A. Kasyanov, G.I., & Khristyuk, A.V. (2021). Assessment of the significance of biochemical criteria suitability of red technical grapes varieties for vinification. *Science. Engineering. Technology (Polytechnical Bulletin)*, 2, 105-109. <https://elibrary.ru/fxyfoa>. (In Russian, English abstract).
7. Perfilova, O.V., Rodina, Z.Yu., Bryksina, K.V., & Ilyinsky, A.S. (2023). Research of the antioxidants content in plant raw materials – ingredients for polycomponent functional chips. *New Technologie*, 19(4), 134-143. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-134-143>. (In Russian, English abstract).

8. Ryabushkin, Yu.B., & Ryazantsev, N.V. (2015). The economic-biological evaluation of grape varieties for cultivation in the right bank area of the Saratov region. *The Agrarian Scientific Journal*, 5, 23-27. <https://elibrary.ru/ttyeun>. (In Russian, English abstract).
9. Ryazantsev, N.V., Rudenko, A.S., Eskov, M.I., & Shagiev, B.Z. (2024). Changes in the uvological parameters of young Amur grape plants. *Horticulture and Viticulture*, 4, 37-44. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2024-4-37-44>. (In Russian, English abstract).
10. Chausov, V.M., Troshin, L.P., Burlakov, M.M., & Rodionova, L.Ya. (2015). Composition of the clusters and biochemistry of Flora, Nizina and Anyuta table grapes. *Political network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2015. 105. 910-921. <https://elibrary.ru/tikkhz>. (In Russian, English abstract).

Авторы:

Антон Станиславович Руденко, ассистент кафедры «Защита растений и плодовоовощеводства» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова» antonio.rudenko@mail.ru
ORCID: 0000-0003-2772-9494
SPIN: 7162-9515

Никита Валерьевич Рязанцев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Защита растений и плодовоовощеводства» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова» ryaznikval@mail.ru
ORCID: 0000-0001-5808-9827
SPIN: 2831-9407

Кристина Вячеславовна Брыксина, кандидат технических наук, ЦКП «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения» ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ» kristina.bryksina91@mail.ru
ORCID: 0009-0005-3226-9033
SPIN: 7320-2512

Владимир Александрович Кольцов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ЦКП «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения» ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ» kolcov.mich@mail.ru
ORCID: 0000-0002-2841-6126
SPIN: 7796-6621

Наталья Кирилловна Шелковская, доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный политехнический университет», shelk49@mail.ru
ORCID: 0000-0003-1335-1718

Autors

Anton S. Rudenko, Assistant Professor at the Department of Plant Protection and Horticulture, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov antonio.rudenko@mail.ru
ORCID: 0000-0003-2772-9494
SPIN: 7162-9515

Nikita V. Ryazantsev, PhD in Agriculture, Associate Professor at the Department of Plant Protection and Horticulture, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov ryaznikval@mail.ru
ORCID: 0000-0001-5808-9827
SPIN: 2831-9407

Kristina V. Bryksina, Candidate of Technical Sciences, Center for Collective Use of «Crop Breeding and Technologies for Production, Storage, and Processing of Functional and Medical-Preventive Food Products» at Michurinsky State Agrarian University
kristina.bryksina91@mail.ru
ORCID: 0009-0005-3226-9033
SPIN: 7320-2512

Vladimir A. Koltsov, PhD in Agriculture, Associate Professor at the Center for Collective Use of «Crop Breeding and Technologies for Production, Storage, and Processing of Functional and Medical-Prophylactic Food Products» at Michurinsky State Agrarian University
kolcov.mich@mail.ru
ORCID: 0000-0002-2841-6126
SPIN: 7796-6621

Natalia K. Shelkovskaya, is an associate professor at the Department of Grain Storage and Processing Technology at the Altai State Polytechnic University, shelk49@mail.ru
ORCID: 0000-0003-1335-1718

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 635.41: 631.526.2(470.2)

Агробиологическая оценка сортов и гибридов шпината в условиях Северо-Запада РФ

Н.А. Адрицкая¹ 

¹Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Петербургское шоссе, д.2, Пушкин, Санкт-Петербург, 196601, Россия

Аннотация

Шпинат (*Spinacia oleracea* L.) – экономически важная овощная культура, потребляемая во всём мире. Ценится за скороспелость, холодостойкость, диетические, питательные и целебные свойства, уникальный биохимический и минеральный состав. В последнее время интерес к возделыванию шпината возрастает и актуальными остаются вопросы, связанные с выбором наиболее высокоурожайных сортов и гибридов, обладающих высоким качеством продукции. В 2022...2024 годах на опытном поле Санкт-Петербургского государственного аграрного университета были проведены исследования по изучению и оценке 15 сортов и гибридов шпината отечественной и зарубежной селекции с целью выделения наиболее перспективных для выращивания в условиях Северо-Запада РФ. Выявлены различия между сортами и гибридами шпината по продолжительности фенологических фаз в весенний период. Неустойчивостью к стрелкованию отличались сорта Исполинский, Матадор, Нипондо-1, Викинг и Старк. Определены более устойчивые к израстанию сорта: Виктория, Жирнолистный, Крепыш, Богатырь, Повар Миша. У изучаемых гибридов отмечали устойчивость к стрелкованию и увеличение продолжительности вегетационного периода. Урожайность у сортов Крепыш, Богатырь и Повар Миша составила 2,31...2,39 кг/м², превысив контроль на 36...41%. У сорта Жирнолистный получена достоверная прибавка 24%. Максимальный трехлетний средний показатель урожайности получен у гибридов Спокейн и Мариска, соответственно, 2,77 и 2,94 кг/м², превысив контроль на 63...73%. Достоверная прибавка урожая получена у гибридов Союз и Пума, соответственно, 25% и 40%. Проведенные трехлетние исследования позволили выявить сорта и гибриды шпината с высокими показателями хозяйственно-ценных признаков и биохимического состава. В результате сформирована группа высокопродуктивных сортов и гибридов шпината для условий Северо-Запада РФ.

Ключевые слова: шпинат, сорт, гибрид, урожайность, биохимические показатели

Agrobiological assessment of spinach varieties and hybrids in the North-West of the Russian Federation

N.A. Adritskaya¹ 

¹Saint-Petersburg State Agrarian University», Peterburgskoye shosse, 2, Pushkin, Saint-Petersburg, 196601, Russia

Abstract

Spinach (*Spinacia oleracea* L.) is an economically important vegetable crop consumed worldwide. It is valued for its precocity, cold resistance, dietary, nutritional and healing properties, and unique biochemical and mineral composition. Recently, interest in the cultivation of spinach has been increasing, and issues related to the selection of the highest-yielding varieties and hybrids with high-quality products remain relevant. In 2022—2024, research was conducted on the experimental field of St. Petersburg State Agrarian University. to study and evaluate 15 varieties and hybrids of spinach of domestic and foreign breeding in order to identify the most promising for

cultivation in the North-West of the Russian Federation. Differences between spinach varieties and hybrids in the duration of phenological phases in the spring period have been revealed. The varieties Gigantic, Matador, Nipondo-1, Viking and Stark were distinguished by their instability to shooting. The following varieties have been identified that are more resistant to overgrowth: Victoria, Zhirnisty, Krepys, Bogatyr, and Povar Misha. Resistance to shooting and an increase in the duration of the growing season were noted in the studied hybrids. The yields of the varieties Krepys, Bogatyr and Povar Misha were 2.31–2.39 kg/m², exceeding the control by 36–41%. The Fatty-Leaved variety has a significant increase of 24%. Maximum three-year average yield was obtained for Spokane and Mariska hybrids, respectively, 2.77 and 2.94 kg/m², exceeding the control by 63–73%. A significant increase in yield was obtained in the hybrids Soyuz and Puma, respectively, 25% and 40%. Three-year studies have revealed spinach varieties and hybrids with high indicators of economically valuable traits and biochemical composition. As a result, a group of highly productive spinach varieties and hybrids has been formed for the conditions of the North-West of the Russian Federation.

Key words: spinach, variety, hybrid, yield, biochemical parameters

Введение

Особое место среди овощных растений занимает многочисленная группа зеленных культур, у которых в пищу используют молодые листья, в основном в свежем виде. Они обладают лечебными и диетическими свойствами, предупреждают заболевания, повышают работоспособность. Отличительная особенность зеленных культур заключается в высокой витаминной и минеральной ценности, а также в наличии разнообразных физиологически активных веществ, оказывающих благотворное влияние на организм человека (Басарыгина и др., 2020; Соколова, Соловьева, 2023).

Шпинат (*Spinacia oleracea* L.) – типичный представитель зеленных культур. В настоящее время точные данные о происхождении и начале возделывания *S. oleracea* L. неизвестны. Существует предположение, что очагом происхождения шпината является Персия, откуда этот листовой овощ распространился на территорию Китая, затем в Европу, а позже – в Северную Америку (Ryder, 1979). Почетное звание «король овощей» шпинату дали арабские врачи, которые относили его к числу деликатесов (Калашнова, Беляева, 2014).

В России шпинат впервые упоминается с середины XVIII века. К концу XIX века он уже широко возделывался на огородах Петербурга, Киева и центральных районов России. Однако спустя менее 100 лет эта культура попала в разряд редких и стала забываться, хотя шпинат давно признан ценнейшей овощной культурой (Шкляр, 2020). Ценится эта зеленная культура за скороспелость, холодостойкость, диетические, питательные и целебные свойства, уникальный биохимический и минеральный состав, благодаря которым в Европе и США его возвели в ранг жизненно необходимых продуктов (Калашнова, Беляева, 2014).

В листьях шпината содержится 10...11% сухого вещества, в составе которого до 25% приходится на белок. Шпинат богат флавоноидами и полифенолами, включая лютеин, обладающими антиоксидантной активностью (Калашнова, Беляева, 2014; Киселев, Соколова, 2025). Шпинат является источником витаминов С, В1, В2, В3, В6, В9, Н, К, Е, Р и РР и богат каротиноидами. Пищевая ценность культуры обуславливается содержанием бета-каротина и фолиевой кислоты (Morelock et al., 2008). В шпинате набор витаминов группы В идеально сбалансирован, что помогает поддерживать нервную систему в гармонии. Хлорофилл и клетчатка, содержащиеся в шпинате, стимулируют перистальтику кишечника и улучшают пищеварение. Шпинат является богатым источником минеральных веществ, таких как кальций, магний, фосфор, калий, натрий, марганец, железо, цинк, медь,

йод (Tang et al., 2019). Исследования ученых Федерального научного центра овощеводства показали, что наиболее высоким уровнем содержания полезных химических элементов из зеленных, отличается шпинат. Выявленные видовые особенности могут быть учтены при выборе ассортимента для улучшения минерального состава овощного рациона питания человека и при изготовлении биологических добавок к пище, содержащих набор витаминов и важнейших минералов (Ушакова и др., 2021). Шпинат отличается низкой калорийностью, снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, нормализует работу пищеварительной системы, кровяное давление, снижает уровень холестерина, предупреждает развитие онкологических заболеваний. Высокое содержание хлорофилла, фолиевой кислоты и железа обуславливает применение шпината как лечебно-диетического средства при заболеваниях крови и предупреждает появление хрупкости кровеносных сосудов. Шпинат полезен ослабленным и послеоперационным больным. Многообразие витаминов в сочетании с разнообразными минеральными веществами делает шпинат полезным зеленым овощем для людей любого возраста, особенно для детей (Roberts, Moreau, 2016). Его используют как диетический продукт при заболеваниях нервной системы, истощении, малокровии, анемии, гипертонической болезни, сахарном диабете, гастрите, энтероколите.

Шпинат – однолетнее растение семейства Маревые (*Chenopodiaceae*), в современной классификации – Амарантовые (*Amaranthaceae*). В фазе хозяйственной спелости образует прикорневую розетку листьев. Шпинат холодостоек. Семена его прорастают при температуре 3...4°C, а всходы и молодые растения могут переносить заморозки до минус 8°C; после прекращения действия низких температур листья восстанавливают тургор (Адрицкая, Улимбашев, 2025). Шпинат – растение длинного дня, поэтому летом быстро переходит в фазу стрелкования. При коротком (10...12 часов) дне у шпината усиленно нарастают листья, и формируется крупная розетка. Установлено, что реакция шпината на продолжительность дня и температурные условия связана со скороспелостью сорта: для раннеспелых сортов характерна быстрая адаптация к короткому дню и низким температурам, а для более позднеспелых – соответственно, к длинному дню и повышенной температуре (Кунавин, Кастирова, 2020).

Шпинат – экономически важная овощная культура, потребляемая во всем мире. По данным ФАО, в 2023 году мировое производство шпината составило более 34 миллионов тонн в год на площади 944 тыс. га. (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>). За последние 10 лет объем продукции вырос в полтора раза. Мировой рынок шпината демонстрирует стабильный рост. Первое место в мире по валовому производству шпината занимает Китай, на который приходится 92%, затем США и Канада (Белоус, Верусь, 2025).

В Государственном реестре сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию в 2024 году значится 68 сортов и гибридов шпината, в том числе 23 сорта и 1 гибрид отечественной селекции и 44 гибрида зарубежной селекции, (<https://gossortrf.ru/registry...=Y>).

Таким образом, шпинат является одним из самых ценных продуктов питания среди зеленных овощных культур, поэтому увеличение его производства связано с возрастающими потребностями населения, перерабатывающей промышленности и медицины.

В последнее время интерес к возделыванию шпината значительно возрастает и актуальными остаются вопросы, связанные с выбором наиболее адаптивных к условиям региона высокоурожайных сортов, обладающих высоким качеством продукции.

Цель исследования – провести сравнительную оценку 15 сортов и гибридов шпината по основным хозяйственно-ценным признакам растений с целью выделения наиболее перспективных для выращивания в условиях Северо-Запада РФ. Для решения

поставленной цели в задачи исследований входило: изучить особенности роста и развития, оценить продуктивность и биохимический состав изучаемых сортов и гибридов шпината.

Материалы и методы

Экспериментальная работа проводилась в 2022...2024 годах на опытном поле Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. Почвы опытного поля дерново-подзолистые, с содержанием гумуса 2,8...3,0%, легкосуглинистые с pH – 6,2...6,5, обеспеченность подвижными формами фосфора и калия – средняя.

Метод исследования – лабораторно-полевой. Площадь учетной деланки 1,5 м². Повторность в опытах 3-х кратная, схема посадки ленточная, на грядах. Размещение деланок в опыте рендомизированное.

Объектами исследований служили 10 сортов и 5 гибридов шпината отечественной и зарубежной селекции. Схема опыта включает следующие сорта и гибриды:

1. Виктория (Россия) – контроль
2. Исполинский (Россия)
3. Матадор (Чехия)
4. Жирнолистный (Россия)
5. Нипондо-1 (Россия)
6. Викинг (Россия)
7. Крепыш (Россия)
8. Старк (Россия)
9. Богатырь (Россия)
10. Повар Миша (Россия)
11. F1 Союз (Франция)
12. F1 Каладония (Нидерланды)
13. F1 Мариска (Россия)
14. F1 Спокейн (Нидерланды)
15. F1 Пума (Нидерланды)

В экспериментальной работе проводили фенологические, биометрические наблюдения, биохимические анализы. Учёт урожайности выполняли путём взвешивания розетки листьев, по учётным деланкам. Постановку опытов, учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам (Доспехов, 2011). Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного и корреляционного анализа (Доспехов, 2011) на компьютере с использованием прикладных программ Microsoft Excel.

Биохимические анализы выполняли в биохимической лаборатории Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. Содержание сухого вещества определяли методом высушивания при температуре 105°C до постоянной массы; сумму сахаров по Бертрану; аскорбиновую кислоту по И.К. Мурри; содержание белка методом Кьельдаля; нитратов потенциометрическим методом. Определение количественного содержания хлорофиллов, каротиноидов и β-каротина проводили спектрофотометрическим методом (Ермаков, 1987).

Результаты и их обсуждение

Шпинат относится к группе холодостойких растений, при этом корневая система формируется при низкой положительной температуре (Адрицкая, Улимбашев, 2025).

Оптимальным сроком посева шпината в условиях Северо-Запада РФ является первая декада мая. Посев семян осуществляли 4...5 мая в годы исследований, на глубину 2 см. Для

посева использовали семена с энергией прорастания 75...80% и лабораторной всхожестью 84...87%.

В весенний период 2022 года температурные условия при выращивании шпината были менее благоприятными и имели показатели ниже средней многолетней на 1,4...2,4°C., а количество осадков составляло 52% от нормы. В дальнейшем, в 1 декаде июня фиксировали температуру на 1,5°C выше климатической нормы.

Температурные условия в весенний период 2023 года были близки к средним многолетним, но наблюдали дефицит осадков, которые составили 36% от климатической нормы.

В 1 декаде мая 2024 года складывались условия избыточного увлажнения из-за частых осадков в виде мокрого снега и дождя с температурой воздуха близкой к климатической норме. Начиная с 10 мая и до конца месяца формирование погодных условий происходило под влиянием процессов антициклонического характера с температурой воздуха выше средней многолетней на 2,0...2,3°C со значительным дефицитом осадков. В последующие декады температурные условия выравнивались и превышали среднюю многолетнюю на 1,4...1,9°C, при недостатке влаги в почве.

Таким образом, в годы исследований почвенно-климатические условия вегетационного периода шпината отличались от среднемноголетних показателей и характеризовались недостаточным увлажнением, поэтому возникала необходимость систематического проведения поливов.

Наблюдения за наступлением и продолжительностью фенофаз показали, что появление всходов у изучаемых сортов и гибридов отмечали на 6...7 день в 2023 году, а в 2022 и 2024 году на 8...9 день, которые зависели от метеорологических условий года. Образование первого настоящего листа наблюдали через 6...7 дней после появления всходов в 2022 и 2023 годах и через 4...5 дней в 2024 году. Позже всех первый настоящий лист появился у сортов Нипондо-1, Викинг, Старк и у гибрида Каладония. Начало формирования розетки листьев приходится на начало – середину третьей декады мая в годы исследований. Следует отметить, что период от образования первого настоящего листа до начала формирования розетки листьев различался по годам и составил 7...8 дней в 2022 и 2023 годы и был короче (4...5 дней) в 2024 году, когда в отдельные дни воздух прогревался до 15°C.

Благоприятная температура воздуха и почвы в весенний период вызывает активный рост шпината, а при увеличении длины дня возрастает склонность шпината к стрелкованию.

Наиболее быстрые темпы формирования розетки листьев отмечали у сортов Крепыш, Богатырь и Повар Миша, а также у гибридов Мариска и Спокейн.

Уборку растений шпината проводили одновременно, при появлении единичных цветоносных побегов. Склонностью к стрелкованию отличались сорта Исполинский, Матадор, Нипондо-1, Викинг и Старк, которые убирали через 23...24 дня в 2022 и 2023 году и через 19...20 дней в 2024 году от появления всходов. Большей устойчивостью к стрелкованию отличались сорта Виктория, Жирнолистный, Крепыш, Богатырь и Повар Миша, которые убирали на 4...5 дней позднее в годы исследований.

Растения изучаемых гибридов дольше сохраняют розетку листьев, так появление единичных цветоносных побегов происходило у них через 30...35 дней после появления всходов в 2022 и в 2023 году, и через 27...30 дней в 2024 году (таблица 1).

Таким образом, продолжительность вегетационного периода шпината определялась особенностями сорта или гибрида, а также климатическими условиями года.

Биометрические наблюдения за ростом растений шпината проводили в динамике, которые позволили получить показатели, характеризующие ассимиляционный аппарат

растений: число листьев, длина листа, ширина листа, площадь ассимиляционной поверхности, высота растений. В таблице 1 приведены средние многолетние данные при уборке, когда растения сформировали наибольший ассимиляционный аппарат.

Таблица 1 – Биометрическая характеристика растений шпината (среднее за 2022...2024 гг.)

Сорт, гибрид	Вегетационный период, дней.	Высота растений, см	Число листьев, шт.	Масса розетки листьев, г	Площадь листовой поверхности, см ²
Виктория (к)	25	15,2	6,5	18,9	240
Исполинский	21	19,6	7,2	22,2	261
Матадор	22	14,5	7,0	20,1	234
Жирнолистный	25	20,7	7,5	23,3	318
Нипондо-1	21	15,0	6,3	16,9	210
Викинг	21	13,7	6,0	16,4	189
Крепыш	26	21,3	8,5	26,9	390
Старк	21	13,5	6,3	15,8	178
Богатырь	26	21,7	8,3	25,8	409
Повар Миша	26	20,0	8,0	26,1	428
F1 Союз	30	18,2	8,7	23,7	403
F1 Каладония	29	17,4	7,9	20,5	323
F1 Мариска	33	20,5	10,2	32,9	498
F1 Спокейн	33	19,9	9,5	30,8	467
F1 Пума	33	18,6	9,0	26,7	435
НСР ₀₅		1,2	0,3	1,0	21

Высота растений по вариантам опыта колебалась от 13,5 см у сорта Старк до 21,7 см у сорта Богатырь. Изучаемые гибриды отличались выровненностью и компактностью, высота растений составляла 17,4...20,5 см. К моменту уборки, изучаемые сорта сформировали розетку из 6,0...8,5 листьев, а гибриды из 7,9...10,2 листьев. Наибольшей облиственностью отличались сорта Крепыш и Богатырь, а из гибридов Мариска и Спокейн (рисунки 2, 4, 5, 6).



Рисунок 1 – Сорт шпината Виктория, контроль (фото автора)



Рисунок 2 – Сорт шпината Богатырь (фото автора)



Рисунок 3 – Сорт шпината Повар Миша (фото автора)



Рисунок 4 – Сорт шпината Крепыш (фото автора)



Рисунок 5 – Гибрид шпината Спокейн F1 (фото автора)



Рисунок 6 – Гибрид шпината Мариска F1 (фото автора)

Показатели длины и ширины листа в вариантах опыта были стабильны во все годы исследований. Важным показателем результативности работы фотосинтетического аппарата является величина ассимиляционной поверхности листьев, которая может колебаться в довольно значительных пределах в зависимости от условий выращивания, сорта и фазы развития растений. От площади ассимиляционной поверхности листьев зависит урожай шпината (Кунавин, Касторнова, 2020). Наибольшую площадь листовой поверхности имели растения шпината у сортов Богатырь и Повар Миша, соответственно, 409 см² и 428 см², что больше, чем у контрольного сорта Виктория на 70...78% (рисунки 1, 3, 4). Вышеперечисленные сорта отличались значительной массой розетки листьев 25,8... 26,1 г. Для гибридов шпината Пума, Спокейн и Мариска характерна крупная розетка листьев, имеющая высокие показатели массы (26,7...32,9 г) и площади листовой поверхности – 435...498 см² (рисунки 5, 6). В исследованиях установлена высокая корреляционная зависимость между массой и площадью листовой поверхности ($r = 0,878$).

Изучение продуктивности шпината под влиянием абиотических факторов важно для выделения урожайных сортов и гибридов для конкретных эколого-географических условий.

Наиболее благоприятные климатические условия для культуры шпината складывались в 2024 году. Это определило общую закономерность формирования наиболее крупной розетки листьев и увеличения урожайности у изучаемых сортов и гибридов в исследованиях (таблица 2).

При одинаковой плотности посева 85...90 растений на 1м², урожайность у сортов Крепыш, Богатырь и Повар Миша в среднем за 3 года составила 2,31...2,39 кг/м², что превышало контрольный сорт Виктория на 36...41%. У сорта Жирнолистный урожайность составила 2,11 кг/м², достоверная прибавка 24%.

У сортов Исполинский и Матадор различия по урожайности не существенны по сравнению с контролем. Менее продуктивными были сорта Нипондо-1, Викинг и Старк – урожайность в сравнении с контрольным вариантом была меньше на 11...17% (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность сортов и гибридов шпината в годы исследований, кг/м²

Сорт, гибрид	2022 г	2023 г	2024 г	Среднее	В % контролю
Виктория(к)	1,32	1,64	2,16	1,70	100
Исполинский	1,67	1,77	2,05	1,83	108
Матадор	1,40	1,70	2,27	1,79	105
Жирнолистный	1,73	2,07	2,54	2,11	124
Нипондо-1	1,18	1,56	1,79	1,51	89
Викинг	1,25	1,34	1,85	1,48	87
Крепыш	2,02	2,38	2,77	2,39	141
Старк	1,11	1,43	1,69	1,41	83
Богатырь	2,12	2,18	2,63	2,31	136
Повар Миша	2,20	2,29	2,55	2,35	138
F1 Союз	1,82	1,99	2,58	2,13	125
F1 Каладония	1,63	1,84	2,05	1,84	108
F1 Мариска	2,55	2,88	3,38	2,94	173
F1 Спокейн	2,60	2,71	3,00	2,77	163
F1 Пума	2,18	2,36	2,60	2,38	140
НСР ₀₅	0,32	0,30	0,35	0,33	

Максимальный трехлетний средний показатель урожайности получен у гибридов Спокейн и Мариска, соответственно, 2,77 и 2,94 кг/м², превысив контроль на 63...73%, что свидетельствует о высоком потенциале продуктивности данных гибридов. Достоверная прибавка урожая получена у гибридов Союз и Пума, соответственно, 25% и 40%.

Шпинат отличается большой пластичностью и реагирует на изменение почвенно-климатических условий выращивания, включая качественные показатели (Пчёлкина и др., 2024). Содержание сухого вещества и сахаров являются важными показателями при оценке качества листьев. Нашими исследованиями установлены различия у сортов и гибридов шпината по биохимическим показателям (таблица 3).

В годы исследований, характеризующиеся как засушливые, были получены выровненные показатели по содержанию сухого вещества и сахаров. Изучаемые сорта и гибриды отличались высоким содержанием сухого вещества (9,45...11,42%), сахаров (0,60...1,02%) и белка (2,22...2,74%), обладая высокой питательной ценностью. Наибольшее содержание сухого вещества отмечали у сортов Нипондо-1 (11,42%) и Матадор (11,08%), что достоверно превышало контроль на 7,7% и 4,5%. Содержание сухого вещества в листьях у гибридов шпината колебалось от 9,95% до 10,88% и было наибольшим у гибрида Пума. Наиболее ценными по накоплению аскорбиновой кислоты являются сорта Старк (52,2 мг/100 г), Богатырь (50,8 мг/100 г), а также гибриды Пума (66,8 мг/100 г) и Спокейн (60,5 мг/100 г).

Содержание белка в листьях по вариантам опыта, в основном не имело существенных различий. Содержание нитратов у изучаемых сортов и гибридов колебалось от 352 мг/кг до 505 мг/кг, что не превысило требований ПДК (не более 2000 мг/кг сырой массы).

Таблица 3 – Биохимические показатели сортов и гибридов шпината (среднее за 2022...2024 гг.)

Сорт, гибрид	Сухое вещество %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Белок, %	Нитраты, мг/кг
Виктория (к)	10,60	0,84	35,6	2,35	364
Исполинский	10,12	0,60	43,2	2,38	505
Матадор	11,08	0,65	38,5	2,48	383
Жирнолистный	9,45	0,70	42,0	2,39	478
Нипондо-1	11,42	0,90	46,2	2,66	395
Викинг	10,02	0,96	49,3	2,30	429
Крепыш	10,54	0,80	43,7	2,54	496
Старк	9,72	1,02	52,2	2,22	424
Богатырь	10,20	0,86	50,8	2,74	407
Повар Мишаг	10,60	0,92	42,6	2,40	430
F1 Союз	10,32	0,82	44,8	2,50	440
F1 Каладония	10,64	0,65	48,7	2,62	375
F1 Мариска	9,95	0,94	54,8	2,36	390
F1 Спокейн	10,52	0,83	60,5	2,60	402
F1 Пума	10,88	0,97	66,8	2,70	352
НСР ₀₅	0,38	0,14	2,1	0,20	33

Максимальные показатели накопления зеленых фотосинтезирующих пигментов были достигнуты у сортов Нипондо-1 – 155,66 мг/100 г, Исполинский – 150,86 мг/100 г и у гибрида Пума – 149,30 мг/100 г. Анализ данных соотношений указывает на приоритетную роль хлорофилла а (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание пигментов в листьях сортов и гибридов шпината (среднее за 2022...2024 гг.)

Сорт, гибрид	Хлорофилл а, мг/100 г	Хлорофилл b, мг/100 г	Хлорофилл a+b, мг/100г	Каротиноиды, мг/100 г	β- каротин, мг/100 г
Виктория(к)	79,89	31,13	111,02	31,48	5,38
Исполинский	114,01	36,85	150,86	34,32	6,69
Матадор	93,54	28,64	122,18	47,87	7,22
Жирнолистный	74,90	32,07	106,97	37,34	5,75
Нипондо-1	117,70	37,96	155,66	42,91	6,90
Викинг	90,44	27,79	118,23	33,23	5,07
Крепыш	110,55	36,99	147,54	39,78	6,24
Старк	81,37	33,45	114,82	31,33	5,18
Богатырь	107,23	37,90	145,13	40,69	6,73
Повар Миша	98,65	35,76	134,41	41,55	6,45
F1 Союз	90,69	29,78	120,47	49,24	7,03
F1 Каладония	93,29	27,45	120,74	38,20	5,90
F1 Мариска	95,54	36,50	132,04	55,09	7,48
F1 Спокейн	96,29	35,47	131,76	49,87	7,63
F1 Пума	109,34	39,96	149,30	46,54	7,91
НСР ₀₅	4,87	3,40	4,12	2,31	1,52

Высокий уровень антиоксидантных веществ, таких как аскорбиновая кислота, каротиноиды и β-каротин фиксировали у гибридов шпината Мариска, Спокейн и Пума (таблицы 3, 4). Полученные результаты согласуются с данными других исследований (Соколова, Соловьева, 2023; Пчёлкина и др., 2024).

Заключение

Выявлены различия между сортами и гибридами шпината по продолжительности фенологических фаз в весенний период. Неустойчивостью к стрелкованию отличались сорта Исполинский, Матадор, Нипондо-1, Викинг и Старк. Определены более устойчивые к израстанию сорта: Виктория, Жирнолистный, Крепыш, Богатырь, Повар Миша. У изучаемых гибридов отмечали устойчивость к стрелкованию и увеличение продолжительности вегетационного периода.

Урожайность у сортов Крепыш, Богатырь и Повар Миша составила 2,31...2,39 кг/м², превысив контроль на 36...41%. У сорта Жирнолистный получена достоверная прибавка 24%. Максимальный трехлетний средний показатель урожайности получен у гибридов Спокейн и Мариска, соответственно, 2,77 и 2,94 кг/м², превысив контроль на 63...73%. Достоверная прибавка урожая получена у гибридов Союз и Пума, соответственно, 25% и 40%.

Изучаемые сорта и гибриды отличались высоким содержанием сухого вещества (9,45...11,42%), сахаров (0,60...1,02%) и белка (2,22...2,74%), обладая высокой питательной ценностью. Выявлено преимущество гибридов в содержании аскорбиновой кислоты, каротиноидов и β-каротина, обуславливающих антиоксидантную активность шпината.

Проведенные трехлетние исследования позволили выявить сорта и гибриды шпината с высокими показателями хозяйственно-ценных признаков и биохимического состава. В результате сформирована группа высокопродуктивных сортов и гибридов шпината для условий Северо-Запада РФ.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Адрицкая Н.А., Улимбашев А.М. Овощеводство: учебник для СПО. СПб: Лань, 2025. 392.
2. Басарыгина Е.М., Деев В.В., Черепухина С.В. Фитомониторинг в условиях урбанизированного агропроизводства // АПК России. 2020. 27, 5. 772-776. <https://www.elibrary.ru/mbkijyh>
3. Белоус О.А., Верусь А.А. Экономическая эффективность выращивания шпината // Овощеводство и тепличное хозяйство. 2025. 2. 63. <https://panor.ru/articles/ekonomicheskaya-effektivnost-vyrashchivaniya-shpinata/111655.html#>
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М. Альянс, 2011. 350. <https://www.elibrary.ru/qlcqep>
5. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. Калининград: КГУ, 1987. 456.
6. Калашнова Т.В., Беяева И.А. Ботаническое описание. Морфологическая структурная оценка шпината огородного // Современная наука и инновации. 2014. 4. 33-38. <https://www.elibrary.ru/twlhfp>
7. Киселев Е.Г., Соколова Д.В. Потенциал коллекции шпината ВИР для использования в селекции // Овощи России. 2025. 2. 36-44. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-36-44>
8. Кунавин Г.А., Касторнова А.В. Фотосинтетический потенциал и урожайность шпината в зависимости от группы спелости сортов // Известия Оренбургского Государственного аграрного университета. 2020. 5. 97-100. <https://www.elibrary.ru/zwtldls>
9. Пчёлкина Э.Ш., Короткая И.А., Клипакова Ю.А., Денисова Е.М. Формирование урожайности и качества зелени сортов шпината в условиях Северо-Западного Приазовья // Роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности: материалы конференции. Мелитополь: Мелитопольский государственный университет, 2024. 107-

113. <https://www.elibrary.ru/lpiyrs>
10. Ушакова О.В., Ушаков В.А., Мусаев Ф.Б., Кривенков Л.В., Середин Т.М. Биоэлементный состав некоторых овощных культур // Фундаментальные основы биогеохимических технологий и перспективы их применения в охране природы, сельском хозяйстве и медицине: материалы конференции. Тула: ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2021. 402-405. <https://www.elibrary.ru/jdbudn>
11. Шкляр А. Шпинат: агробиологические особенности и технология выращивания // Наше сельское хозяйство. 2020. 3. 111-115. <https://www.elibrary.ru/clfovr>
12. Morelock T.E., Correll J.C. Spinach // Vegetables I. Handbook of plant breeding / Prohens J., Nuez F. Eds. New York: Springer, 2008. 189-218. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30443-4_6
13. Roberts J. L., Moreau R. Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives // Food Funct. 2016. 7, 8. 3337-3353. <https://doi.org/10.1039/C6FO00051G>
14. Ryder E.J. Spinach // Leafy Salad Vegetables. Dordrecht: Springer, 1979. 195-227. https://doi.org/10.1007/978-94-011-9699-4_6
15. Sokolova D.V., Solovyova A.E. Characteristics of the biochemical composition and antioxidant activity of *Spinacia oleracea* L. and *Spinacia turkestanica* Iljin.: a comparative study // Vegetable Crops of Russia. 2023. 4. 23-29. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-4-23-29>
16. Tang L., Hamid Y., Sahito Z. A., Gurajala H. K., He Z., Feng Y., Yang X. Evaluation of variation in essential nutrients and hazardous materials in spinach (*Spinacia oleracea* L.) genotypes grown on contaminated soil for human consumption // Journal of Food Composition and Analysis. 2019. 79. 95-106. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.03.012>

References

1. Adritskaya, N.A., & Ulimbashev A.M. (2025). *Vegetable Growing: textbook*. Lan.
2. Basarygina, E.M., Deev, V.V., & Cherepukhina, S.V. (2020). Phytomonitoring in the conditions of urbanized agricultural production. *Agroindustrial Complex of Russia*, 27(5), 772-776. <https://www.elibrary.ru/mbkijh>. (In Russian, English abstract).
3. Belous, O.A., & Verus, A.A. (2025). Economic efficiency of growing spinach. *Vegetable Growing and Greenhouse Farming*, 2, 63. <https://panor.ru/articles/ekonomicheskaya-effektivnost-vyrashchivaniya-shpinata/111655.html#>. (In Russian).
4. Dospekhov, B.A. (2011). *Methodology of Field Experiment*. Alliance. <https://www.elibrary.ru/qlcqep>. (In Russian).
5. Ermakov, A.I. (1987). *Methods of Biochemical Plant Research*. Kaliningrad State University. (In Russian).
6. Kalashnova, T.V., & Belyaeva, I.A. (2014). Botanical description, morphological structure assessment of *Spinacia oleracea*. *Modern Science and Innovations*, 4, 33-38. <https://www.elibrary.ru/twlhfp>. (In Russian, English abstract).
7. Kiselev, E.G., & Sokolova, D.V. (2025). Potential of the VIR Spinach collection for use in breeding. *Vegetable Crops of Russia*, 2, 36-44. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-36-44>. (In Russian, English abstract).
8. Kunavin, G.A., & Kastornova, A.V. (2020). Photosynthetic potential and yields of spinate depending on the ripeness group of varieties. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*, 5, 97-100. <https://www.elibrary.ru/zwtlds>. (In Russian, English abstract).
9. Pchelkina, E.S., Korotkaya, I.A., Klipakova, Yu.A., & Denisova, E.M. (2024). Formation of yield and quality of greens of different spinach varieties in the conditions of the North-Western Azov region. In *The Role of Agrarian Science in Ensuring Food Security: conference proceedings* (pp. 107-113). Melitopol State University. <https://www.elibrary.ru/lpiyrs>. (In Russian, English abstract).

10. Ushakova, O.V., Ushakov, V.A., Musaev, F.B., Krivenkov, L.V., & Seredin, T.M. (2021). Bioelement composition of some vegetable crops. In *Fundamental Foundations of Biogeochemical Technologies and Prospects for their Application in Nature Conservation, Agriculture and Medicine: conference proceedings* (pp 402-405). Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University. <https://www.elibrary.ru/jdbudn>. (In Russian, English abstract).
11. Shklyarov, A. (2020). Spinach: agrobiological features and cultivation technology. *Our Agriculture*, 3, 111-115. <https://www.elibrary.ru/clfovvr>. (In Russian).
12. Morelock, T.E., & Correll, J.C. (2008). Spinach. In: Prohens J., Nuez F. (Eds.) *Vegetables I. Handbook of Plant Breeding* (pp 189-218). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30443-4_6
13. Roberts, J.L., & Moreau, R. (2016). Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives. *Food & Function*, 7(8), 3337-3353. <https://doi.org/10.1039/C6FO00051G>
14. Ryder, E.J. (1979). Spinach. In *Leafy Salad Vegetables* (pp 195-227). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-9699-4_6
15. Sokolova, D.V., & Solovyova, A.E. (2023). Characteristics of the biochemical composition and antioxidant activity of *Spinacia oleracea* L. and *Spinacia turkestanica* Iljin.: a comparative study. *Vegetable Crops of Russia*, 4, 23-29. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-4-23-29>
16. Tang, L., Hamid, Y., Sahito, Z.A., Gurajala, H.K., He, Z., Feng, Y., & Yang, X. (2019). Evaluation of variation in essential nutrients and hazardous materials in spinach (*Spinacia oleracea* L.) genotypes grown on contaminated soil for human consumption. *Journal of Food Composition and Analysis*, 79, 95-106. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.03.012>

Автор:

Наталья Анатольевна Адрицкая, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры плодовоовощеводства и декоративного садоводства, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», natali.adritska@mail.ru
SPIN: 6947-0877


Author:

Natalya A. Adritskaya, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor in Vegetable Growing and Ornamental Gardening Department of St. Petersburg State Agrarian University, natali.adritska@mail.ru
SPIN: 6947-0877

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в контенте.

УДК 631.529 + 635.032/.034 + 582.746.51

Возможность выращивания клёна сахарного (*Acer saccharum* Marshall) в условиях Московского региона

Н.А. Трусов¹ , И.О. Яценко¹, С.В. Михеева¹, Т.Д. Ноздрина²

¹ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, 127276, Ботаническая ул., 4, г. Москва, Россия, info@gbsad.ru


²ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», 125080, Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, Россия, mgupp@mgupp.ru

Аннотация

Цель исследования – научная поэтапная оценка успешности выращивания *Acer saccharum* Marshall в условиях Московского региона. Объектами изучения послужили растения 3 образцов и 22 экземпляра *A. saccharum*. Проводили измерение длины ежегодных приростов и высоты растений. Установлено, что у большинства изученных растений ежегодный прирост побегов-лидеров не превышает 20 см. Максимальный ежегодный прирост сеянцев *A. saccharum* – 47,6 см, он наблюдался на 3 год развития у одного из растений. Максимальный общий прирост побега-лидера за 3 года – 87,4 см, а наибольшая высота – 87,0 см. Для большинства сеянцев характерен равномерный рост по годам исследований. Для образца с наибольшей всхожестью семян, собранных в природных условиях, отмечен меньший прирост и меньшая высота растений. Снижение длины прироста наблюдается в 2020 г. у около 1/3 всех испытуемых растений, но только у 1/8 оно превышает 10 см. Не прослеживается четких связей прироста по образцам растений с температурой и суммой активных температур, и годовым количеством осадков. Погодные условия Московского региона вполне подходят для роста и развития сеянцев *A. saccharum* и их колебания не оказывают на растения значительного влияния.

Ключевые слова: клён сахарный, сеянцы, длина приростов, интродукция, погодные условия, Московский регион

Cultivating sugar maple (*Acer saccharum* Marshall) in Moscow region

N.A. Trusov¹ , I.O. Yatsenko¹, S.V. Mikheeva¹, T.D. Nozdrina²

¹Tsytsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, Botanicheskaya str., 4, Moscow, Russia, 127276, info@gbsad.ru

²ROSBIOTHECH, Volokolamskoe shosse, 11, Moscow, Russian, 125080, mgupp@mgupp.ru

Abstract

The research objective is a scientific step-by-step assessment of the success of growing *Acer saccharum* Marshall in the Moscow region. Plants from 3 samples (22 specimens) of *A. saccharum* were studied. Annual shoot elongation and plant height were measured. It was found that most plants exhibited an annual leader shoot increment of no more than 20 cm. The maximum annual increment observed in *A. saccharum* seedlings was 47.6 cm, reached by one of the plants during its third year of development. The maximum total leader shoot increment over 3 years was 87.4 cm, with the maximum plant height reaching 87.0 cm. Most seedlings demonstrated consistent growth. The sample with the highest seed germination rate, collected from wild habitat, showed weaker growth and lower plant height compared to other samples. A decrease in annual increment was observed in 2020 in approximately 1/3 of all plants measured, but only in 1/8 of them it was over 10 cm. No clear correlations were found between plant growth (across samples) and

temperature, sum of active temperatures, or annual precipitation. The weather conditions in the Moscow region are suitable for the growth and development of *A. saccharum*, and their fluctuations do not significantly impact the plants.

Key words: sugar maple, *Acer saccharum*, seedlings, shoot increment, introduction, weather conditions, Moscow region

Введение

Клён сахарный (*Acer saccharum* Marshall) произрастает в восточной части Северной Америки, в смешанных лесах, на горных склонах, плоскогорьях, в долинах и незаболоченных низменностях (Замятнин, 1958; Трусов, 2022, worldfloraonline.org). Это один из ключевых видов широколиственных лесов данного региона, наряду с берёзой аллеганской (*Betula alleghaniensis* Britton) и буком крупнолистным (*Fagus grandifolia* Ehrh.) (Stern et al., 2023). Будучи одной из доминирующих лесных пород, он имеет высокое экологическое значение (wildadironacks.org) и играет важную роль в экономике Канады и некоторых штатов США.

Основным направлением использования клёна сахарного является добыча кленового сока. Его можно использовать как освежающий напиток или превратить в сироп путём выпаривания воды. Сироп используют как начинку для печенья, вафель и блинов. Также он является ароматизатором для разных продуктов (оладьи, мороженое) и подсластителем для каш, фруктовых пюре, цукатов, хлеба, выпечки, кофе и чая (pfaf.org). Сок богат витаминами и микроэлементами (Richardson et al., 2025). Кроме того, в пищу употребляют проростки клёна сахарного, в свежем или сушёном виде, отваренные семена и луб, в качестве загустителя в супах или в смеси с мукой при выпечке хлеба. Кроме того, клён сахарный применяют в качестве традиционного лекарственного средства. Чай, приготовленный из луба, является кровоостанавливающим, мочегонным и отхаркивающим средством. Он применялся при лечении кашля и диареи. Настой коры в составе сборов использовался в виде капель для лечения слепоты. Сок применяли для лечения воспаленных глаз. В настоящее время кленовый сироп используется в сиропах от кашля, а также считается тонизирующим средством для печени и очищающим средством для почек. Древесина клёна мелкозернистая, жёсткая, тяжелая и не очень прочная, хорошо поддается полировке, остается гладкой при истирании и обладает высокой ударопрочностью, хорошо держит гвозди, хорошо склеивается, легко сохнет и умеренно даёт усадку. Применяется для изготовления мебели, напольных покрытий, токарных станков, музыкальных инструментов, а также в судостроении. Клен сахарный декоративен, используется в озеленении. Особенно он эффектен в осеннем убранстве, когда листья приобретают красивую жёлтую, оранжевую и красную окраску. Имеет декоративные формы (Встовская, 2010; flower.onego.ru; pfaf.org).

Интродукционные исследования по выращиванию данного ценного растения на территории России практически не ведутся. Несколько экземпляров клёна сахарного растут в дендрарии Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН с 1938 г. (Древесные растения..., 2005), а также присутствуют в коллекциях ещё 15 ботанических садов и дендрариев России (garden.karelia.ru).

Особенно большой пробел наблюдается в описании ранних стадий развития клёна сахарного и роста его побегов. В 2021 г. В.П. Воронина с коллегами (2021) исследовала особенности выращивания различных клёнов в условиях Нижнего Поволжья. Для клёна сахарного представлены данные по фитомассе листьев и площади листовой поверхности, но, в отличие от остальных клёнов в этой статье, его прирост не обсуждается.

Одним из основных показателей успешной интродукции древесного растения являются хороший прирост и одревеснение его побегов. В зарубежной литературе развитию побегов клёна сахарного уделено много внимания (Powell et al., 2011; Taugourdeau et al., 2019).

Известно, что однолетние побеги клёна сахарного блестящие, тёмно-красные, голые. Почки около 1 см длиной, продолговато-яйцевидные, с заострённой верхушкой, красновато-коричневые, слегка опушённые, имеют многочисленные почечные чешуи (Замятнин, 1958; Skinner, Parker, 1994; Ren et al., 2020; Трусов, 2022). Для оценки успешности интродукции клёна сахарного в Московском регионе морфометрические исследования побегов выполнены нами впервые.

Ранее в одном из выпусков журнала «Современное садоводство» нами были опубликованы результаты исследования о морфологических и морфометрических характеристиках плодов трёх образцов клёна сахарного и всхожести их в условиях Московского региона в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН) (Найманова и др., 2022). В настоящее время, уже в течение нескольких лет, сеянцы благополучно произрастают в дендрарии ГБС РАН и в питомнике дендрария. В данной статье представлены сведения о развитии сеянцев и саженцев, а именно прирост растений за несколько лет.

Целью работы является научная поэтапная оценка успешности выращивания *Acer saccharum* в условиях Московского региона.

На данном этапе исследования были поставлены следующие задачи:

1. Измерение приростов побегов клёна сахарного в условиях Московского региона;
2. Сравнение характеристик побегов по годам, в зависимости от погодных условий;
3. Сравнение характеристик побегов у разных образцов клёна сахарного.

Материалы и методы

Объектами изучения послужили 22 сеянца *A. saccharum*, выращенных в питомнике дендрария Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН из семян, полученных в 2018 году из трёх мест произрастания.

8 экземпляров выращены из семян, собранных на горе Snowshoe (38°24'N, 80°00'W, 1260...1280 м), штат Западная Вирджиния (США) и предоставленных финскими коллегами из арборетума Мюстиля. Далее по тексту – Мюстиля (сбор США).

7 экземпляров выращены из семян, полученных из дендрария «Minnesota arboretum» недалеко от Миннеаполиса, штат Миннесота (США). Далее по тексту – Миннесота арборетум.

7 экземпляров выращены из семян, полученных из города Рочестер, штат Миннесота (США). Далее по тексту – Рочестер.

По отработанной ранее методике (Трусов и др., 2022), в питомнике дендрария производили замеры ежегодных приростов растений, на протяжении 3 лет развития (2019...2021 гг.). Измерения длины побегов осуществляли с помощью рулетки. Рассчитывали наибольшую длину побегов-лидеров (максимальный продолжающийся прирост одной оси) за всё время произрастания растений.

Семена были посеяны в 2018 г. Всходы появлялись неравномерно, большинство взошло в 2019 г., но некоторые с задержкой в год. Растения выращивали в цилиндрических пластиковых контейнерах Р11, Р16, С3 или С5 в зависимости от размера корневой системы, в почвенной смеси нейтрализованный торф : дерновая земля : песок в соотношении 3 : 2 : 1 (рисунок 1). Подкормку проводили пролонгированным удобрением Osmocote Bloom (12-7-18+МЭ) 1 раз в начале вегетационного сезона из расчёта 1 г на 1 л грунта. Полив дождеванием 1...2 раза в неделю в зависимости от количества осадков.



Рисунок 1 – Сеянцы *A. saccharum* в питомнике

Погодные условия в Москве в 2019...2021 гг. приведены согласно данным сайтов gismeteo.ru и pogodaiklimat.ru.

Климат Московского региона умеренно-континентальный, характеризуется достаточной влажностью, относительно тёплым летом и умеренно холодной зимой со стабильным снежным покровом. Сумма положительных температур воздуха составляет 2100...2200°C. Гидротермический коэффициент – 1,2...1,3. Среднегодовая температура +3,7...+3,8°C. Период с положительными температурами воздуха составляет 212...214 дней, со среднесуточными температурами больше +5°C – 175...177 дней. Период активной вегетации растений при температуре выше +10°C не более 138...140 дней. Среднее количество осадков в году – 540...600 мм, во время вегетационного периода – 250...270 мм. При этом большая часть осадков выпадает в виде дождя. Несмотря на то, что территория Московской области относится к зоне достаточного увлажнения, для неё также характерны годы с проявлением недостатка влаги.

В годы проведения исследований складывались различные погодные условия (таблицы 1, 2, 3).

Таблица 1 – Средние температуры воздуха в Москве в 2019...2021 гг., °C

Год	Месяц												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2019	-6,6	-1,4	0,7	8,1	16,3	19,6	16,8	16,4	12,3	8,8	1,8	0,8	7,8
2020	0,1	-0,3	3,8	4,8	11,7	18,9	18,7	17,6	13,9	9,2	2,2	-4,4	8,0
2021	-5,8	-10,5	-1,3	7,5	14,3	20,5	22,2	19,5	9,9	6,4	2,3	-7,0	6,5

Таблица 2 – Количество осадков в Москве за 2019...2021 гг., мм

Год	Месяц												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2019	68	34	40	9	55	67	71	58	29	58	35	33	556
2020	55	40	49	29	160	159	175	34	65	55	50	31	901
2021	67	71	34	90	93	63	43	110	85	41	66	54	817

Таблица 3 – Сумма активных температур в Москве в 2019...2021 гг., °C

Год	Сумма активных температур			
	> 0°C	> 5°C	> 10°C	> 15°C
2019	3384	3342	3071	2544
2020	3132	3084	2630	1891
2021	3202	3078	2545	2167

За последние несколько лет 2019 г. стал самым засушливым. Годовое количество осадков существенно ниже, чем в остальные годы исследования. При этом минимальное количество приходится на апрель и составляет (9 мм), а максимальное на июль (71 мм), среднегодовая температура составляет +7,8°C, что выше нормы. Самым тёплым месяцем в этом году стал июнь с температурой +19,6°C, а холодным – январь (-6,6°C). Сумма активных температур (>10°C) равна 3071°C.

Самым холодным месяцем 2020 г. является декабрь, со среднемесячной температурой -4,4°C. Июнь, напротив, был самым тёплым месяцем. Его среднемесячная температура составила 18,9°C. А месячное количество осадков в июне было равным 159 мм. Максимальное количество осадков выпало в июле и составило 175 мм. А минимальное количество осадков пришлось на апрель – 29 мм. Среднегодовая температура – 8,0°C, а общее количество осадков – 901 мм. Сумма активных температур (>10°C) равна 2630°C.

Февраль 2021 г. стал самым холодным месяцем со среднемесячной температурой равной -10,5°C и средним количеством осадков 71 мм. Самым тёплым месяцем был июль -22,2°C. Это самое высокое значение среднемесячных температур за последние годы. А вот максимальное количество осадков приходилось на август и составляло 110 мм. Минимальное количество осадков выпало в марте – 34 мм. Среднегодовая температура за это год составила 6,5°C. А годовое количество осадков – 817 мм, что меньше, чем в предыдущем году. Сумма активных температур (>10°C) равна 2545°C.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в 2020 г. годовое количество осадков резко увеличилось, а в 2021 г. вновь уменьшалось. С 2019 по 2020 гг. наблюдалось увеличение среднегодовой температуры, а в 2021 г. происходило её снижение. Самым тёплым годом был 2020 г., а 2021 г. – самым холодным. Наибольшая сумма активных температур (>10°C) была зафиксирована в 2019 г., а наименьшая в 2020 г.

Климат Миннесоты (таблица 4) можно охарактеризовать как влажный континентальный, с холодной зимой (ниже -18°C) и тёплым летом (до +35°C). Зимой в Миннесоте выпадает много снега, особенно в северных районах, а в более тёплые месяцы выпадает больше осадков. Самым дождливым периодом является май – июнь, когда в среднем выпадает до

134 мм осадков (en.climate-data.org...minnesota). Климат Западной Вирджинии также влажный континентальный, с чётко выраженными сезонами, но более мягкий, чем в Миннесоте. Лето обычно тёплое и влажное, со средней температурой +24°C, а зима холодная, со средней температурой около 0°C. Количество осадков более значительное: в среднем от 85 до 141 мм в месяц, пик приходится на весну и начало лета (en.climate-data.org...west-virginia).

Таблица 4 – Среднемноголетние температуры и осадки в местах сбора материала

Показатели	Месяц												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Миннесота													
Температура, °C	-8,9	-7,0	0,2	7,7	14,3	19,8	22,5	21,1	17,3	9,6	2,1	-5,9	7,7
Осадки, мм	32	34	62	96	120	134	103	100	84	71	51	43	930
Западная Вирджиния													
Температура, °C	1,0	2,6	7,1	13,3	17,9	22,1	23,7	23,3	20,4	14,3	8,2	3,5	13,1
Осадки, мм	107	100	122	111	132	128	136	103	102	90	87	111	1329

Результаты исследования и их обсуждение

Побеги у растений всех изученных образцов светло-коричневые, блестящие, слегка морщинистые. Почки у растений всех образцов продолговатой формы, слегка заострённые, чешуйчатые, серо-коричневые с красноватым окаймлением и опушением. Верхушечная почка длиной около 1,5...2,5 см. Боковые почки меньше верхушечной. Они располагаются на побеге супротивно и прижаты к стеблю (рисунок 2). Морфологические характеристики побегов и почек соответствуют описаниям из литературы (Замятнин, 1958; Skinner, Parker, 1994; Ren et al., 2020; Трусцов 2022).

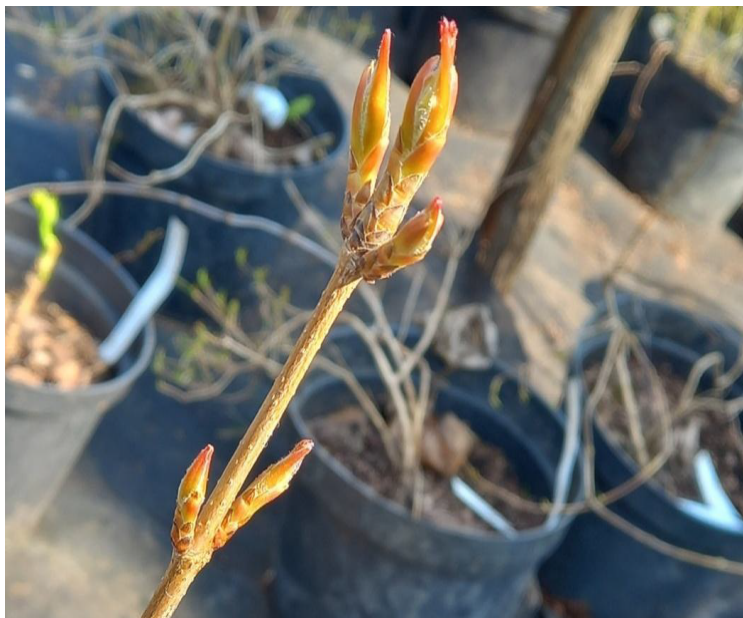


Рисунок 2 – Распускающиеся почки *Acer saccharum*, образец Миннесота арборетум

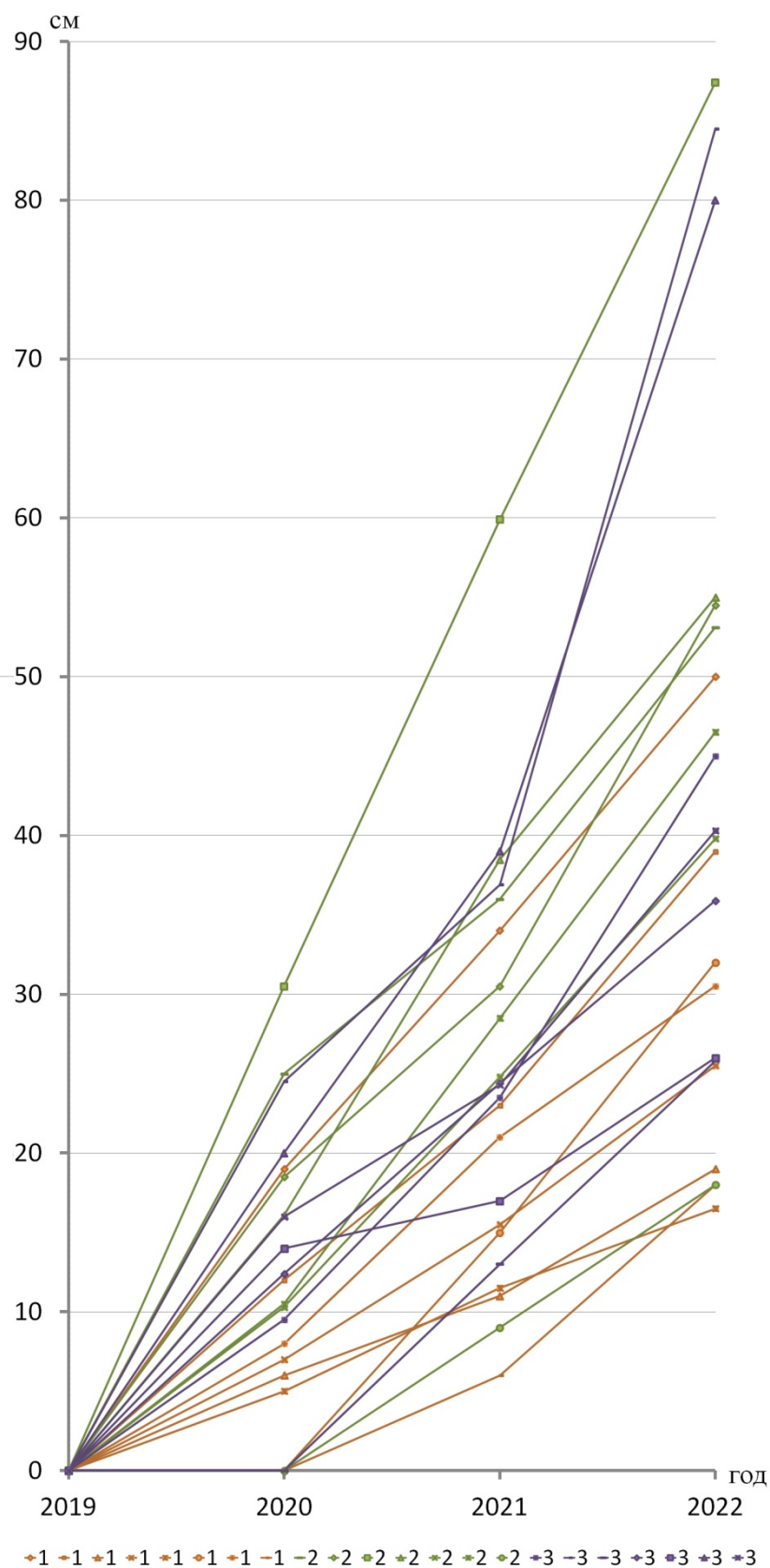
Данные по минимальным и максимальным приростам в 2019...2021 гг. у трёх образцов *A. saccharum*, а также максимальным суммам приростов и высоте растений представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Прирост и высота растений разных образцов *A. saccharum* в 2019...2022 гг.

Образец / Число растений	Прирост по годам, см						Сумма прироста побегов-лидеров, см (по максимальным размерам побегов)		Высота растения, см	
	2019 г.		2020 г.		2021 г.					
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Мюстиля (сбор США) / 8	5,0	19,0	5,0	15,0	2,5	17,0	16,5	50,0	16,5	48,0
Миннесота арборетум / 7	10,3	30,5	2,5	29,4	2,1	27,5	18,0	87,4	17,0	87,0
Рочестер / 7	12,4	24,5	1,0	19,0	1,0	47,6	25,8	84,5	25,0	84,0

Максимальный прирост (47,6 см) наблюдался у растения из образца Рочестер в 2021 г., в 3 год развития. Второй по значению прирост был у растения из образца Миннесота арборетум, при этом наблюдался он в первый год появления всходов в 2019 г. и составил 30,5 см. У этого же растения отмечен максимальный прирост побега-лидера за 3 года исследований – 87,4 см, и наибольшая высота – 87,0 см. А самое высокое растение из образца Рочестер лишь слегка уступает ему по высоте (84,0 см) и общей длине прироста побега-лидера (84,5 см). Наиболее высокое растение из образца Мюстиля (сбор США) достигает лишь 48,0 см, при общем максимальном приросте побега-лидера – 50 см. Максимальный ежегодный прирост для растения из этого образца – 19,0 см. При этом ежегодный прирост побегов растений из образца Мюстиля (сбор США) не опускался ниже 5,0 см, когда для растений из образца Рочестер минимальный прирост составляет 1,0 см, а из Миннесота арборетум – 2,1 см. Максимальный ежегодный прирост среди всех растений с 2019 по 2020 гг. наблюдается в образце Миннесота арборетум, составляя 30,5 и 29,4 см соответственно. В 2021 г. максимальный прирост у растения из этого образца – 27,5 см., что ниже такового у растения из образца Рочестер. При этом все показатели длины годовых приростов побега-лидера в образце Мюстиля (сбор США) соответствуют данным, полученным Taigourdeau et al. (2019) для молодых дикорастущих растений клёна сахарного в Канаде, находясь в пределах 20 см. У двух других образцов максимальная длина годового прироста побега-лидера превышает указанные в литературе значения, при этом для одного растения из Рочестера это значение выше примерно в 2 раза. Также образец Мюстиля (сбор США) характеризуется наибольшей всхожестью семян (66,7%), а у двух других образцов всхожесть почти в 2 раза ниже: Миннесота арборетум – 37,5%, Рочестер – 31,8% (Найманова и др. 2022). Следует отметить, что плоды первого образца были собраны в природных условиях местообитания, плоды же других образцов получены от растений, произрастающих в ботаническом саду и в культуре в условиях города. Сравнение этих трёх образцов позволяет предположить, что большая сила роста побегов двух образцов может быть обусловлена как их адаптацией к условиям культуры, так и более холодным и сухим климатом Миннесоты, более схожим с погодными условиями Московского региона, в отличие от климата гор Западной Вирджинии.

Согласно рисункам 3 и 4, и таблице 6, большинство растений растут равномерно. Лишь 2 растения из образца Рочестер в 2021 г. имеют большую скорость прироста по сравнению как с предыдущими годами, так и с другими растениями. Ежегодный прирост побегов-лидеров не превышает 20 см. Небольшое снижение длины прироста наблюдается в 2020 г. у 4 из 7 растений из образца Рочестер и у 2 из 7 растений из образца Миннесота арборетум, что составляет около 1/3 всех испытуемых растений.



1 – Мюстиля (сбор США), 2018 г.; 2 – Миннесота арборетум, 2018 г.; 3 – Рочестер, 2018 г.
Рисунок 3 – Динамика изменения высоты растений *A. saccharum* за 2018...2022 гг.

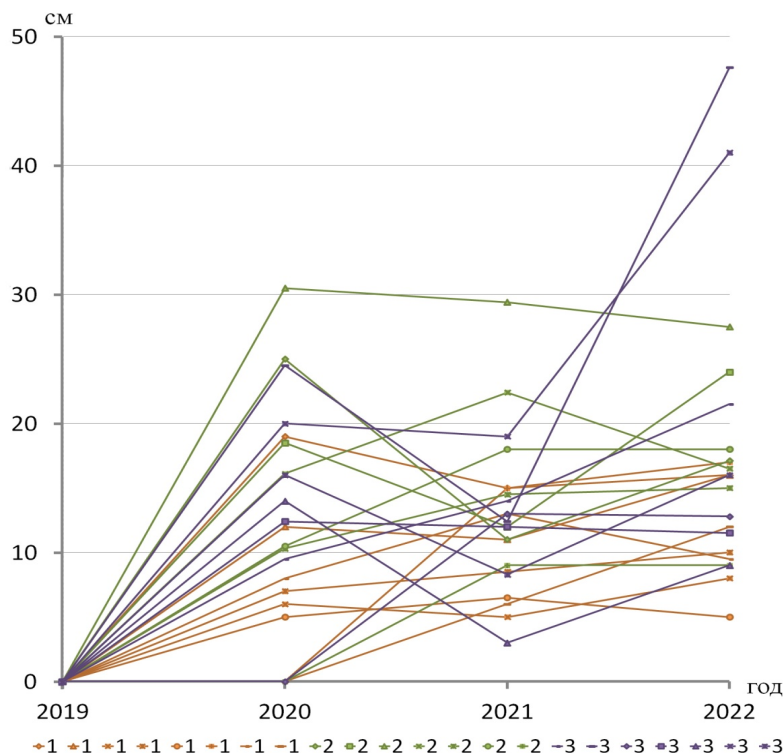


Рисунок 4 – Ежегодные приросты побегов-лидеров у *A. saccharum* в 2019...2022 гг.

Таблица 6 – Максимальный прирост побега-лидера у растений разных экземпляров *A. saccharum* в 2019...2021 гг., см

Образец	Экземпляр	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Сумма приростов побегов-лидеров
Мюстиля (сбор США)	1	19	15	16	50
	2	12	11	16	39
	3	6	5	8	19
	4	7	8,5	10	25,5
	5	5	6,5	5	16,5
	6	0	15	17	32
	7	8	13	9,5	30,5
	8	0	6	12	18
Миннесота арборетум	1	25	11	17,1	53,1
	2	18,5	12	24	54,4
	3	30,5	29,4	27,5	87,4
	4	16,1	22,4	16,5	55
	5	10,3	14,5	15	39,8
	6	10,5	18	18	46,5
	7	0	9	9	18
Рочестер	1	9,5	14	21,5	45
	2	24,5	12,4	47,6	84,5
	3	0	13	12,8	25,8
	4	12,4	12	11,5	35,9
	5	14	3	9	26
	6	20	19	41	80
	7	16	8,3	16	40,3

Возможно, это связано тем, что 2021 г. был самым холодным из 3 лет, судя по показателю средней годовой температуры. Или с тем, что 2020 г. характеризуется повышенной влажностью и низкой суммой активных температур $>15^{\circ}\text{C}$, что повлияло на закладку почек у предрасположенных к таковым условиям растений. При этом разница в максимальных приростах побегов-лидеров между 2021 и предыдущим и последующим годами небольшая, только у 3 растений (1/8 всех растений) она превышает 10 см. Кроме того, в коллекции дендрария ГБС РАН имеется 10 взрослых экземпляров клёна сахарного, и некоторые из них дают самосев. На этом основании можно заключить, что погодные условия Московского региона благоприятны для произрастания *A. saccharum*, а также выращивания его из семян.

Заключение

Почки и побеги изученных образцов *A. saccharum* разного происхождения морфологически не отличаются и соответствуют их описанию в литературе.

Большинство сеянцев изученных образцов *A. saccharum* в течение первых трёх лет жизни растут равномерно по годам исследования и прирастают не более, чем на 20 см в год. Максимальный ежегодный прирост – 47,6 см, он наблюдался на 3 год развития. Максимальный общий прирост побега-лидера за три года – 87,4 см.

Сочетание погодных условий в определённые годы может отрицательно влиять на длину прироста, но не приводит к повреждению и гибели сеянцев.

A. saccharum может успешно выращиваться из семян в условиях Московского региона. Темпы развития сеянцев соответствуют таковым в природных условиях естественного ареала или даже превосходят их.

Финансирование

Работа частично выполнена в рамках государственного задания ГБС РАН по теме: «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения», № 122042700002-6.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Воронина В.П., Долмонева М.А., Зарубина А.В. Биоэкологические особенности видов рода клён (*Acer*) на урбанизированных почвах Нижнего Поволжья // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2021. 2. 69-76. <https://elibrary.ru/xqbwpl>
2. Встовская Т.Н. Декоративные формы местных и экзотических видов клёна, перспективных для первичного испытания в Сибири // Растительный мир азиатской России: Вестник центрального сибирского ботанического сада СО РАН. 2010. 1. 101-111. <https://elibrary.ru/mtzplh>
3. Плотникова Л.С., Александрова М.С., Беляева Ю.Е., Немова Е.М., Рябова Н.В., Якушина Э.И. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук. 60 лет интродукции. М.: Наука, 2005. 588. <https://www.elibrary.ru/qkntub>
4. Замятин Б.Н. Род. 2. Клен – *Acer* L. // Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции / под ред. Соколова С.Я., Шишкина Б.К. М.-Л.: Издательство Академии наук СССР. 1958. 4. 406-499.
5. Информационно-поисковая система «Ботанические коллекции России и сопредельных государств». / ред. Прохоров А.А. и др. 1997. URL: <http://garden.karelia.ru/>

6. Найманова Е.Д., Трусов Н.А., Яценко И.О., Михеева С.В., Ноздрин Т.Д. Вскожесть семян *Acer saccharum* Marshall в условиях Московского региона и их морфологическое строение // Современное садоводство. 2024. 3. 55-66. <https://elibrary.ru/rfkmcb>
7. Трусов Н.А. Клён сахарный // Большая российская энциклопедия. 2022. URL: <https://bigenc.ru/c/klion-sakhamyi-ae5777>
8. Трусов Н.А., Морозова М.Ю., Яценко И.О., Михеева С.В., Соломонова Е.В., Ноздрин Т.Д. Возможность выращивания декеней Фаргеза (*Decaisnea fargesii* Franch.) (Лардизабаловые – Lardizabalaceae R.Br.) в условиях Московского региона // Вестник КрасГАУ. 2022. 8. 72-83. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-8-72-83>
9. Powell G.R., Tosh K.J., MacDonald J.E. Indeterminate shoot extension and heterophylly in *Acer saccharum* // Canadian Journal of Forest Research. 2011. 12, 2. 166-170. <https://doi.org/10.1139/x82-025>
10. Ren P., Liang E., Raymond P., Rossi S. Bud break in sugar maple submitted to changing conditions simulating a northward migration // Canadian Journal of Forest Research. 2020. 51, 6. 842-847. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0365>
11. Richardson J.B., Vikicevich E., Sirkovich E.C. Nutrient and Trace Elements in Suburban Sugar Maple (*Acer saccharum*) Sap, Syrup, and Soils from Massachusetts, Connecticut, New Jersey, and Pennsylvania // Bulletin of environmental contamination and toxicology. 2025. 114, 5. 78. <https://doi.org/10.1007/s00128-025-04055-4>
12. Skinner M., Parker B.L. Field guide for monitoring sugar maple bud development. Burlington: The University of Vermont, 1994. 31. <https://mapleresearch.org/wp-content/uploads/MapleBudFieldGuide.pdf>
13. Stern R.L., Schaberg P.G., Rayback S.A., Hansen C.F., Murakami P.F., Hawley G.J. Growth trends and environmental drivers of major tree species of the northern hardwood forest of eastern North America // Journal of Forest Research. 2023. 34. 37-50. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01553-7>
14. Taugourdeau O., Delagrangue S., Lecigne B., Sousa-Silva R., Messier C. Sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) shoot architecture reveals coordinated ontogenetic changes between shoot specialization and branching pattern // Trees. 2019. 33. 1615-1625. <https://doi.org/10.1007/s00468-019-01884-9>

References

1. Voronina, V.P., Dolmonego, M.A., & Zarubina, A.V. (2021). The maple genus (*Acer*) species bioecological features on urbanized soils of the Lower Volga region. *Bulletin of the V.R. Filippov Buryat State Agricultural Academy*, 2, 69-76. <https://elibrary.ru/xqbwpl>. (In Russian, English abstract).
2. Vstovskaya, T.N. (2010). Ornamental forms of native and exotic species of maple promising for primary testing in Siberia. *Rastitel'nyy Mir Aziatskoj Rossii*, 1, 101-111. <https://elibrary.ru/mtzplh>. (In Russian, English abstract).
3. Plotnikova, L.S., Alexandrova, M.S., Belyaeva, Yu.E., Nemova, E.M., Ryabova, N.V., & Yakushina, E.I. (2005). *Woody Plants of the Tsytin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences: 60 Years of Introduction*. Nauka. <https://www.elibrary.ru/qkntub>. (In Russian).
4. Zamyatnin, B.N. (1958). Genus 2. Maple – *Acer* L. // In S.Y. Sokolov, B.K. Shishkin (Eds.). *Trees and Shrubs of the USSR: Wild, Cultivated and Promising for Introduction*. (Vol. 4, pp. 406-499). Academy of Sciences of the USSR. (In Russian).
5. Prokhorov A.A. et al. (Eds.) (1997). *Information Retrieval System «Botanical Collections of Russia and Adjacent Countries»*. URL: <http://garden.karelia.ru>. (In Russian).

6. Naymanova, E.D., Trusov, N.A., Yatsenko, I.O., Mikheeva, S.V. & Nozdrina T.D. (2022). Seed Germination Rate of *Acer saccharum* Marshall in Moscow Region and Their Morphological Structure. *Contemporary horticulture*, 3, 55-66. <https://elibrary.ru/rfkmcb>. (In Russian, English abstract).
7. Trusov, N.A. (2022). Sugar Maple. In *Great Russian Encyclopedia*. URL: <https://bigenc.ru/c/klion-sakharnyi-ae5777>. (In Russian).
8. Trusov, N.A., Morozova, M.Yu., Yatsenko, I.O., Mikheeva, S.V., Solomonova, E.V. & Nozdrina, T.D. (2022). Cultivation potential for blue bean tree (*Decaisnea fargesii* Franch.; Lardizabalaceae R.Br.) in the Moscow region. *Vestnik KrasGAU*, 8, 72-83. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-8-72-83>. (In Russian, English abstract).
9. Powell, G.R., Tosh, K.J., & MacDonald, J.E. (2011). Indeterminate shoot extension and heterophylly in *Acer saccharum*. *Canadian Journal of Forest Research*, 12(2), 166-170. <https://doi.org/10.1139/x82-025>
10. Ren, P., Liang, E., Raymond, P., & Rossi, S. (2020). Bud break in sugar maple submitted to changing conditions simulating a northward migration. *Canadian Journal of Forest Research*, 2020, 51(6), 842-847. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0365>
11. Richardson, J.B., Vikicevich, E., & Sirkovich, E.C. (2025). Nutrient and Trace Elements in Suburban Sugar Maple (*Acer saccharum*) Sap, Syrup, and Soils from Massachusetts, Connecticut, New Jersey, and Pennsylvania. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 114(5), 78. <https://doi.org/10.1007/s00128-025-04055-4>
12. Skinner, M., & Parker, B.L. (1994). *Field guide for monitoring sugar maple bud development*. The University of Vermont. <https://mapleresearch.org/wp-content/uploads/MapleBudFieldGuide.pdf>
13. Stern, R.L., Schaberg, P.G., Rayback, S.A., Hansen, C.F., Murakami, P.F., & Hawley, G.J. (2023). Growth trends and environmental drivers of major tree species of the northern hardwood forest of eastern North America. *Journal of Forestry Research*, 34, 37-50. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01553-7>
14. Taugourdeau, O., Delagrange, S., Lecigne, B., Sousa-Silva, R., & Messier, C. (2019). Sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) shoot architecture reveals coordinated ontogenetic changes between shoot specialization and branching pattern. *Trees*, 33, 1615-1625. <https://doi.org/10.1007/s00468-019-01884-9>

Web

<https://www.gismeteo.ru/diary/4368/>
<http://www.pogodaiklimat.ru/climate/27612.htm>
<https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Acer+saccharum>
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000515026>
<https://wildadironacks.org/trees-of-the-adirondacks-sugar-maple-acer-saccharum-Marshall.html>
http://flower.onego.ru/kustar/acer_s.html
<https://en.climate-data.org/north-america/united-states-of-america/minnesota-937/>
<https://en.climate-data.org/north-america/united-states-of-america/west-virginia-1024/>

Авторы:

Николай Александрович Трусов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Лаборатории дендрологии Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, n-trusiov@mail.ru
ORCID: 0000-0002-5147-6602
SPIN: 2193-2203

Игорь Олегович Яценко, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Лаборатории дендрологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук,
i_o_yatzenko@mail.ru
ORCID: 0000-0003-4378-8507
SPIN: 8245-5880

Светлана Валерьевна Михеева, аспирант, агроном Лаборатории дендрологии
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Главный ботанический сад
им. Н.В. Цицина Российской академии наук, mikheeva.mbg.ras@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2643-470X
SPIN: 9408-4723

Татьяна Дмитриевна Ноздрина, кандидат биологических наук, доцент кафедры
Биоэкологии и биологической безопасности, ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»,
biomgupp@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-2589-4787
SPIN: 6348-7597

Authors:

Nikolay A. Trusov, PhD in Biology, Senior Researcher in Laboratory of Dendrology of Tsitsin Main
Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, n-trusov@mail.ru
ORCID: 0000-0002-5147-6602
SPIN: 2193-2203

Igor O. Yatsenko, PhD in Biology, Senior Researcher in Laboratory of Dendrology of Tsitsin Main
Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, i_o_yatzenko@mail.ru
ORCID: 0000-0003-4378-8507
SPIN: 8245-5880

Svetlana V. Mikheeva, Agronomist in Laboratory of Dendrology of Tsitsin Main Botanical Garden
of Russian Academy of Sciences, mikheeva.mbg.ras@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2643-470X
SPIN: 9408-4723

Tatyana D. Nozdrina, PhD in Biology, Associated Professor in Department of Bioecology and
Biological Safety, FSBEI of HE «ROSBIOTECH», biomgupp@yandex.ru
ORCID: 0000-0003-2589-4787
SPIN: 6348-7597

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат
исключительно авторам и соавторам. ФГБНУ ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность
за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или
продуктов, упомянутых в контенте.