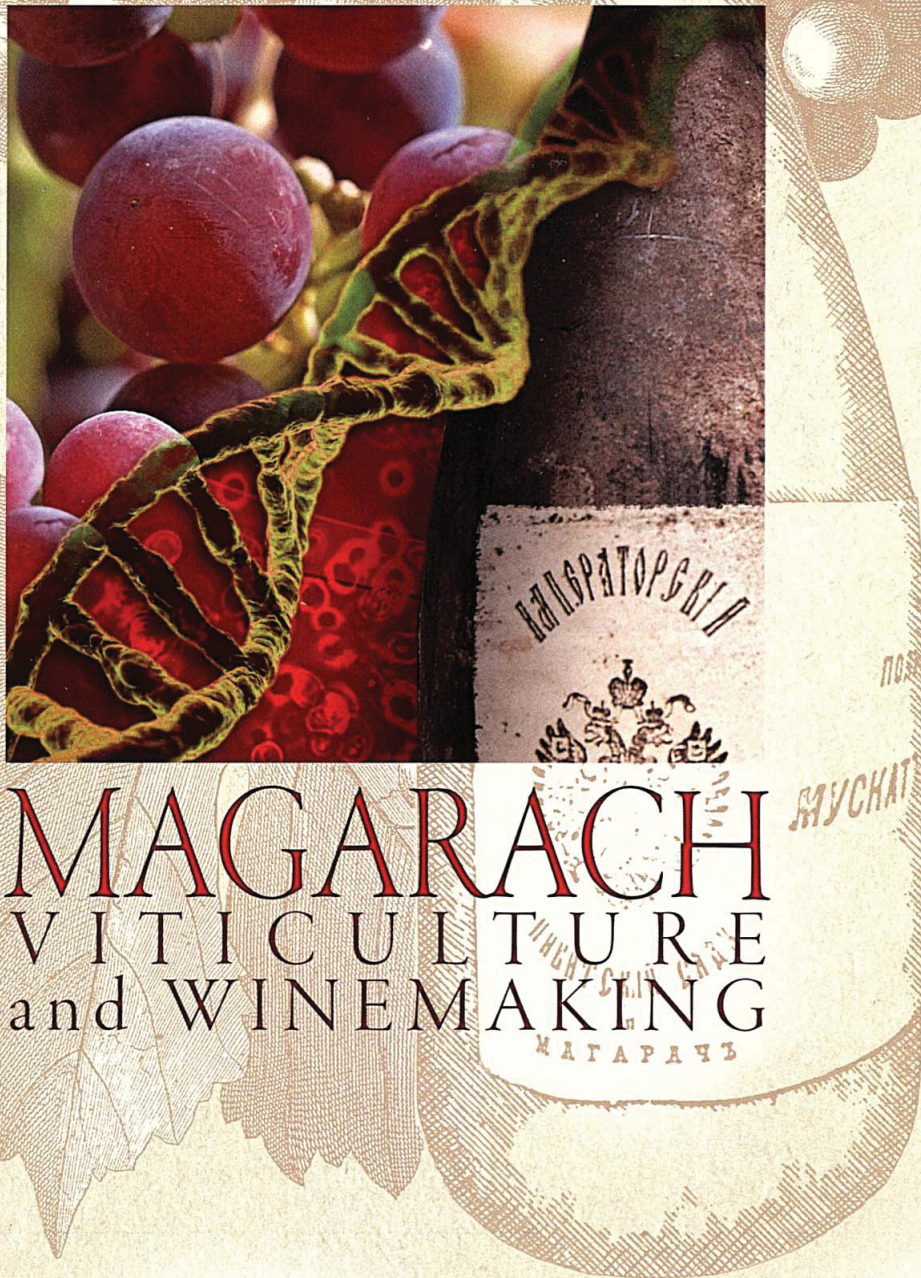


ISSN 2309-9305
2021•23•4

МАГАРАЧ

ВИНОГРАДАРСТВО
и ВИНОДЕЛИЕ



MAGARACH

VITICULTURE
and WINEMAKING

МАГАРАЧ ВИНОГРАДАРСТВО и ВИНОДЕЛИЕ

Научный рецензируемый журнал «Магарач». Виноградарство и виноделие»
Периодическое печатное издание основано в 1989 г. Выходит 4 раза в год.

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН» (ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН»)

Главный редактор: Лиховской В.В., д-р с.-х. наук, директор ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН».

Заместители главного редактора:

Алейникова Н.В., д-р с.-х. наук, зам. директора по научно-организационной работе, зав. лабораторией защиты растений ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН»;

Загоруйко В.А., чл.-кор. НААН, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр., зав. лабораторией коньяка ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН»

Ответственный секретарь: Вовковой И.Н., канд. пед. наук, нач. отдела научно-технической информации ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН».

Свидетельство о регистрации СМИ:

ПИ № ФС77-74005 от 19.10.2018 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Журнал зарегистрирован в системе РИИЦ, входит в «Перечень ... ВАК» по специальностям:

05.18.01 Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства

06.01.08 Плодоводство, виноградарство

06.01.07 Защита растений

06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» - 58301

Редакторы: Клепайло А.И., Бордунова Е.А.

Переводчик: Баранчук С.Л.

Компьютерная верстка: Филимонов А.В., Булгакова Т.Ф.

Адрес редакции:

298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31, ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН»

тел.: (3654) 26-21-91, 23-05-91, 23-06-08

e-mail: edi_magarach@mail.ru

Статьи для публикации подаются на сайте:

magarach-journal.ru

Дата выхода в свет 21.12.2021 г.

Формат 60 x 84 1/8. Объем 12 п.л. Тираж 100 экз.

Адрес издателя и типографии: 298600,

Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31, ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН»

тел.: +7(3654) 23-05-91, 26-21-91; 23-06-08

e-mail: priemnaia@magarach-institut.ru

© ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН», 2021

ISSN 2309-9305

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Агеева Н.М., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. научного центра «Виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ (Россия)

Аникина Н.С., д-р техн. наук, гл. науч. сотр., зав. лабораторией химии и биохимии вина ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

Бейбулатов М.Р., д-р с.-х. наук, руководитель отделения виноградарства, гл. науч. сотр., зав. лабораторией агротехнологии ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

Волкова Г.В., д-р биол. наук, зам. директора, зав. лабораторией иммунологии ФГБНУ ВНИИБЗР (Россия)

Вольнкин В.А., д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. сектора ампелографии ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

Гержикова В.Г., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

Гутучкина Т.И., д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. научного центра «Виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ; (Россия)

Долженко В.И., акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф., руководитель Центра биологической регламентации использования пестицидов ФГБНУ ВИЗР (Россия)

Долженко Т.В., д-р биол. наук, проф. кафедры защиты и карантина растений, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» (Россия)

Егоров Е.А., акад. РАН, д-р экон. наук, проф., гл. науч. сотр., советник Федерального научного центра, ФГБНУ СКФНЦСВВ (Россия)

Замотайлов А.С., д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой фитопатологии, энтомологии и защиты растений, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (Россия)

Кишковская С.А., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории микробиологии ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

Клименко В.П., д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр., зав. лабораторией генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

Макаров А.С., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр., зав. лабораторией игристых вин ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

Михаловский Милош, д-р с.-х. наук, руководитель «Винселект Михаловски», энолог, селекционер (Чешская Республика)

Ник Петер, руководитель Ботанического института, Карлсруэский технологический институт, Карлсруэ (Германия)

Новелло Витторино, профессор кафедры виноградарства Туринского университета (Италия)

Оганесянц Л.А., акад. РАН, д-р техн. наук, проф., директор ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности - филиал ФГБНУ «ФНЦПС им. В.М. Горбатова» РАН (Россия)

Остроухова Е.В., д-р техн. наук, гл. науч. сотр., зав. лабораторией тихих вин ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

Панасюк А.А., д-р техн. наук, проф., зам. директора по научной работе ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦПС им. В.М. Горбатова» РАН (Россия)

Панахов Т.М. о.глы, канд. техн. наук, доцент, директор НИИВиВ Республики Азербайджан (Азербайджан)

Петров В.С., д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. научного центра «Виноградарство» ФГБНУ СКФНЦСВВ (Россия)

Ройчев Венелин, д-р биол. наук, проф. кафедры виноградарства, Сельскохозяйственный университет, г. Пловдив (Болгария)

Савин Георг, д-р наук, НИИ Садоводства, Виноградарства и Пищевых Технологий, Кишинёв (Республика Молдова)

Салимов Вугар, д-р с.-х. наук, зав. отделом ампелографии, селекции и семеноводства Азербайджанского научно-исследовательского института виноградарства и виноделия (Азербайджан)

Странишевская Е.П., д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр., зав. лабораторией органического виноградарства ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

Синецкий С.П., д-р биол. наук, директор БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт» (Россия)

Трошин А.П., д-р биол. наук, проф. кафедры виноградарства, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина» (Россия)

Файлла Освальдо, проф. Миланского университета (Италия)

Челик Хасан, почетный профессор университета Анкары, науч. сотр. Европейского университета в Лефке (Северный Кипр)

MAGARACH VITICULTURE and WINEMAKING

Scientific Peer Reviewed Journal
Magarach. Viticulture and Winemaking
Sectoral periodical founded in 1989.
Published 4 times a year.

Founder: Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the Russian Academy of Sciences (FSBSI Magarach).

Chief Editor:

Likhovskoi V.V., Dr. Agric. Sci., Director of the FSBSI All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the Russian Academy of Sciences (RAS).

Deputy Chief Editors:

Aleinikova N.V., Dr. Agric. Sci., Deputy Director for Science and Administration, Head of Plant Protection Laboratory, FSBSI Magarach;

Zagorouiko V.A., Dr. Techn. Sci., Professor, Corresponding member of the National Academy of Agrarian Sciences (NAAS), Chief Staff Scientist, Head of Laboratory of Cognac and Brandy, FSBSI Magarach.

Executive Secretary:

Vovkoboï I.N., Cand. Ped. Sci., Head of Dpt. of Scientific and Technical Information, FSBSI Magarach

Editorial address:

31, Kirova Street, 298600, Yalta, Republic of Crimea, Russia, Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS.

tel.: +7 (3654) 26-21-91

e-mail: edi_magarach@mail.ru

Submit articles for publication online at: magarach-journal.ru

Address of the publisher and printing house:

31, Kirova Street, 298600, Yalta, Republic of Crimea, Russia, Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS.

tel.: +7 (3654) 23-05-91,

+7 (3654) 26-21-91,

fax: +7 (3654) 23-06-08

e-mail: priemnaya@magarach-institut.ru

EDITORIAL BOARD:

Ageeva N.M., Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist of Research Centre "Winemaking", FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking; Russia

Anikina N.S., Dr. Techn. Sci., Chief Staff Scientist, Head of Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine, FSBSI Magarach; Russia

Beibulatov M.R., Dr. Agric. Sci., Chief Staff Scientist, Chief of Division of Viticulture, Head of Laboratory of Grapevine Agritechnology, FSBSI Magarach; Russia

Volkova G.V., Dr. Biol. Sci., Deputy Director, Head of Laboratory of Immunology of FSBSI All-Russian Research Institute of Plant Biological Protection; Russia

Volyntin V.A., Dr. Agric. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Ampelography Sector, FSBSI Magarach; Russia

Gerzhikova V.G., Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine, FSBSI Magarach; Russia

Guguchkina T.I., Dr. Agric. Sci., Professor, Chief Staff Scientist of Research Centre "Winemaking", FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking; Russia

Dolzhenko V.I., Academician of the RAS, Dr. Agric. Sci., Professor, Head of Centre for Biological Regulation of Pesticide Use, FGBNU VIZR; Russia

Dolzhenko T.V., Dr. Biol. Sci., Professor, Department of Plant Protection and Quarantine, FSBEI of Higher Education "St. Petersburg State Agrarian University"; Russia

Zamotailov A.S., Dr. Biol. Sci., Professor, Head of Department of Phytopathology, Entomology and Plant Protection, FSBEI of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin"; Russia

Egorov E.A., Academician of the RAS, Dr. Econ. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Advisor to the Federal Scientific Center, FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking; Russia

Kishkovskaya S.A., Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Department of Microbiology, FSBSI Magarach; Russia

Klimenko V.P., Dr. Agric. Sci., Chief Staff Scientist, Head of Laboratory of Grapevine Genetics, Selection Biotechnologies and Propagation, FSBSI Magarach; Russia

Makarov A.S., Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Head of Sparkling Wines Laboratory, FSBSI Magarach; Russia

Michlovsky Miloch, Dr. Agric. Sci., Head of Vinselkt Michlovsky plc., owner, oenologist, breeder; Czech Republic

Nick Peter, Head of Botanical Institute, Karlsruhe Institute of Technology; Karlsruhe, Germany

Novello Vittorino, Full Professor of Viticulture University of Turin, Italy

Oganesyants L.A., Academician of the RAS, Dr. Techn. Sci., Professor, Director of All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Nonalcoholic and Wine Industry - Branch of FSBSI Federal Scientific Centre of Food Systems named after V.M. Gorbatoov of the RAS; Russia

Osvaldo Failla, Professor of Università degli Studi di Milano; Italy

Ostroukhova E.V., Dr. Techn. Sci., Chief Staff Scientist, Head of Still Wines Laboratory, FSBSI Magarach; Russia

Panasyuk A.L., Dr. Techn. Sci., Professor, Deputy Director of All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Nonalcoholic and Wine Industry - Branch of FSBSI Federal Scientific Centre of Food Systems named after V.M. Gorbatoov of the RAS; Russia

Panakhov T.M., Cand. Techn. Sci., Associate Professor, Director of Azerbaijan Scientific and Research Institute of Viticulture and Winemaking of the Republic of Azerbaijan; Azerbaijan

Petrov V.S., Dr. Agric. Sci., Leading Researcher, Scientific Center «Viticulture», FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking; Russia

Roychev Venelin, Dr. Biol. Sci., Professor, Department of Viticulture, Agricultural University, Plovdiv; Bulgaria

Savin Gheorghie, Dr. Sci., ISPHTA, Chisinau Agricultural Institute M.V. Frunze; Moldova

Salimov Vugar, Dr. Agric. Sci., Head of Ampelography, Breeding and Seed-growing Department, Azerbaijan Research Institute of Viticulture and Winemaking; Azerbaijan

Sineokiy S.P., Dr. Biol. Sci., Director of the BRC VKPM NRC «Kurchatov Institute»

Stranishevskaya E.P., Dr. Agric. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Head of Laboratory of Organic Viticulture, FSBSI Magarach; Russia

Troshin L.P., Dr. Biol. Sci., Professor, Department of Viticulture, FSBEI of Higher Education "Kuban State Agrarian University"; Russia

Celik Hasan, Emeritus Professor of Ankara University, Staff Scientist of European University in Lefke; North Cyprus.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НАУКИ И ПРАКТИКИ

* ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

- 310 Энохимическая лаборатория «Магарача». Этапы развития
Аникина Н.С.

* ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

- 316 Ампелографическое представление некоторых местных сортов винограда Греции
Папаконстантину Л.Д., Пасхалидис Х.Д., Сотиропулос С.С., Таскос Д.Г., Пасхалидис Д.Х., Чамурлиев Г.О.

СЕЛЕКЦИЯ И ПИТОМНИКОВОДСТВО -

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

- 322 Идентификация уровня плоидности растений в селекции винограда
Клименко В.П., Лушай Е.А., Абдурашитова А.С.

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 330 Оценка уровня аллельного полиморфизма SSR-маркеров и генетических дистанций некоторых сортов винограда Юга России разных эколого-географических групп
Рисованная В.И., Гориславец С.М., Dr. François Lefort

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 336 Применение метода многокритериальной оптимизации для отбора протоклонов в популяции сорта винограда Кокур белый
Студенникова Н.Л., Котоловец З.В.

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 344 Характеристика перспективных гибридных комбинаций табака
Каргина Л.Н., Илюхина В.В.

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 349 Создание первичных маточников новых сортов винограда методом зеленой прививки в условиях Терско-Кумских песков
Майстренко Т.А., Дуран Н.А.

ВИНОГРАДАРСТВО _____

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 356 Влияние способа ведения и формирования виноградных кустов на показатели плодородности и продуктивности насаждений
Майборodin С.В.

*ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 361 Применение регуляторов роста растений как способ реализации продукционного потенциала столовых сортов винограда в условиях Приднестровья
Гинда Е.Ф., Хлебников В.Ф., Трескина Н.Н.

ПЛОДОВОДСТВО _____

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 366 Влияние формы кроны на качественные показатели съемной зрелости и лежкость плодов яблони в условиях Крыма
Бабинцева Н.А., Кириченко В.С., Горб Н.Н.

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 372 Перспективные клоновые подвои яблони в Крыму
Танкевич В.В.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ _____

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 377 К исследованию комплекса микромицетов дикорастущего винограда, произрастающего в пойменном лесу Краснодарского края
Юрченко Е.Г., Лукьянова А.А., Горбунов И.В.

ВИНОДЕЛИЕ _____

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 382 Разработка технологии производства напитков функционального назначения с улучшенными потребительскими свойствами
Миронова Е.А., Романенко Е.С., Есаулко Н.А., Селиванова М.В., Айсанов Т.С., Герман М.С.

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 388 Влияние способа обработки на химический состав и антиоксидантную активность ягоды малины
Громова И.А., Воронина М.С., Макарова Н.В.

*ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 393 Скрининг полифенольного состава амурского винограда *Vitis amurensis* Rupr. и его идентификация методом тандемной масс-спектрометрии
Разгонова М.П., Сабитов А.Ш., Перминова Е.В., Михайлова Н.М., Голохваст К.С.

* - из материалов Международной научно-практической конференции «Современные тенденции науки, инновационные технологии в виноградарстве и виноделии» MTSITVW2021

MAGARACH. VITICULTURE AND WINEMAKING
C O N T E N T · 2021·23·4

GENERAL QUESTIONS OF SCIENCE
AND PRACTICE _____

*REVIEW

- 310 Magarach enochemical laboratory. Stages of development
Anikina N.S.

*REVIEW

- 316 Ampelographic presentation of some indigenous grape varieties of Greece
Papakonstantinou L.D., Paschalidis Ch.D., Sotiropoulos S.S., Taskos D.G., Paschalidis D.Ch., Chamurliov G.O.

SELECTION AND NURSERY _____

ANALYTICAL REVIEW

- 322 Identification of the ploidy level of plants in grape breeding
Klimenko V.P., Luschay E.A., Abdurashitova A.S.

ORIGINAL RESEARCH

- 330 Assessment of the level of allelic polymorphism of SSR markers and genetic distances of some grape varieties of the South of Russia of different ecological-geographical groups
Risovannaya V.I., Goryslavets S.M., Dr. François Lefort

ORIGINAL RESEARCH

- 336 The use of multicriteria optimization method in selecting protoclones in the population of the 'Kokur Belyi' grape variety
Studennikova N.L., Kotolovets Z.V.

ORIGINAL RESEARCH

- 344 Characterization of promising hybrid tobacco combinations
Kargina L.N., Ilyukhina V.V.

ORIGINAL RESEARCH

- 349 Establishment of foundation nurseries of new grape varieties using method of green grafting in the growing conditions of the Tersko-Kuma sands
Maystrenko T.A., Duran N.A.

VITICULTURE _____

ORIGINAL RESEARCH

- 356 The effect of the method of management and training grape bushes on the indicators of planting fertility and productivity
Mayborodin S.V.

*ORIGINAL RESEARCH

- 361 Application of plant growth regulators as a method for realization the production potential of table grapes in the conditions of Pridnestrovie
Ghinda E.F., Khlebnikov V.F., Treskina N.N.

FRUIT GROWING _____

ORIGINAL RESEARCH

- 366 The effect of the crown shape on qualitative indicators of picking maturity and keeping capacity of apple fruits in the conditions of Crimea
Babintseva N.A., Kirichenko V.S., Gorb N.N.

ORIGINAL RESEARCH

- 372 Promising clonal apple rootstocks in Crimea
Tankevich V.V.

PLANT PROTECTION _____

ORIGINAL RESEARCH

- 377 To the study of a complex of micromycetes of wild grapes growing in the floodplain forest of the Krasnodar Territory
Yurchenko E.G., Lukyanova A.A., Gorbunov I.V.

WINEMAKING _____

ORIGINAL RESEARCH

- 382 Development of technology for the production of functional beverages with improved consumer properties
Mironova E.A., Romanenko E.S., Esaulko N.A., Selivanova M.V., Aysanov T.S., German M.S.

ORIGINAL RESEARCH

- 388 Influence of the processing method on the chemical composition and antioxidant activity of raspberries
Gromova I.A., Voronina M.S., Makarova N.V.

*ORIGINAL RESEARCH

- 393 Screening of the polyphenolic content of Amur grapes *Vitis amurensis* Rupr. and its identification by the method of tandem mass spectrometry
Razgonova M.P., Sabitov A.Sh., Perminova E.V., Mikhailova N.M., Golokhvast K.S.

* - from the materials of the International Scientific and Practical Conference "Modern trends in science, innovative technologies in viticulture and winemaking" MTSITVW2021

Дорогие читатели!

Подходит к окончанию очередной год. Традиционно это время подведения итогов, анализа событий.

Прежде всего, стоит отметить щедрость природы, достойный урожай винограда в Крыму. Осень была тихой, безветренной, случались, правда, перепады температур. Но в целом благоприятные природные условия позволили получить хороший урожай винограда всех сроков созревания. Теперь дело за человеком. Есть уверенность, что крымские мастера приготовят достойные вина разных направлений и стилей, на любой вкус.

Осень была богата на важные государственные решения в отрасли и отраслевой науке. Так, средства на создание Научно-технологического центра селекции, питомниководства винограда и виноделия института «Магарач» увеличены до 3,2 млрд руб. Центр должен быть готов к 2025 году.

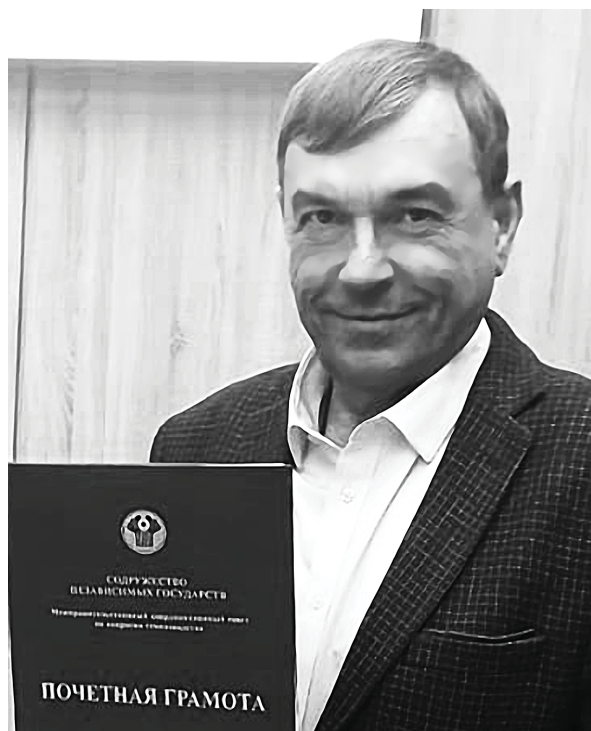
На X Всероссийском саммите виноградарей и виноделов 18-20 октября 2021 г. в Абрау-Дюрсо руководители Минсельхоза объявили о готовности увеличить площади виноградников в РФ на 35% к 2030 г. На закладку и содержание молодых виноградников предусмотрена господдержка в размере 25 млрд руб., причем на нее могут рассчитывать не только аграрии из регионов Юга Российской Федерации, но также и представители Республики Татарстан, Самарской, Волгоградской и Оренбургской областей.

Важным событием стало решение 9 ноября 2021 года в Москве о создании Федеральной саморегулируемой организации виноградарей и виноделов (ФСРО). Значительная часть полномочий государства по регулированию рынка вина переходит к ФСРО, которая призвана установить дополнительные стандарты качества и выдавать сертификаты качества для вин ЗГУ и ЗНМП.

С освоением новых территорий, занятых виноградной лозой, для института «Магарач» открываются огромные перспективы, особенно в области селекции и генетики винограда, развитии нашей научной школы селекции. Школа не может быть создана на пустом месте, важны традиции, опыт поколений, и они есть только в «Магараче». Общественный запрос на подготовку современных специалистов высшей квалификации в отрасли актуален уже сегодня.

Каждый, кто побывал на нашей производственной базе, мог убедиться в значительных изменениях. Освоены новые площади, уже через два года мы начнем снабжать производство саженцами винограда категории элитный и оригинальный, в том числе новых сортов винограда. Селекционно-семеноводческий центр Института «Магарач» ставит перед собой актуальную задачу – обеспечить хозяйства отечественным посадочным материалом без вирусов и бактериального рака. Для развития производства в этом году мы приобрели 3 трактора и 5 единиц навесного оборудования.

В 2021 году состоялось много значимых событий: мы провели в Институте «Магарач» Международную научную конференцию «Современные тенденции науки, инновационные технологии в виноградарстве и виноделии», фестиваль винограда «Золотая гроздь»,



Международный конкурс «Ялта. Золотой грифон». Мы отметили 25-летие Союза виноделов Крыма, деятельность которого внесла значительный вклад в консолидацию винопроизводителей, способствовала профессиональному росту и повышению качества винопродукции. Институт «Магарач» принял участие во Всероссийской агропромышленной выставке «Золотая осень», в конгрессе молодых ученых в «Сириусе», где состоялось подведение итогов Года науки в России.

В декабре 2021 года в г. Самарканде проходило 23-е заседание Межправительственного координационного совета по вопросам семеноводства Содружества Независимых государств. От Института «Магарач» был представлен доклад «Инновационные технологии в виноградарстве и питомниководстве». Мы осознаём, как важна консолидация и сотрудничество в решении поставленных задач, активно развиваем партнёрство, научные и производственные связи.

Мы помним, что Россия была среди мировых игроков на рынке вина всего столетия назад. Уверен – она должна вернуть себе это положение, и в наступающем году будут сделаны решительные шаги для этого.

В настоящем номере журнала центральное место традиционно занимают вопросы виноградарства и защиты растений. Представлены также материалы по табаководству и плодоводству. Раздел виноделия на этот раз выглядит необычно и включает в себя обзор деятельности лаборатории химии вина института за 150 лет ее существования (в прошлом – энохимической лаборатории) и материалы по разработке напитков функционального назначения для здорового питания.

С Новым годом, друзья! Здоровья, мудрости, щедрого научного урожая!

*Главный редактор
Владимир Лиховской*

Энохимическая лаборатория «Магарача». Этапы развития

Аникина Н.С.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, 298600, Россия, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31

Аннотация. Созданная в 1891 году Магарачская энохимическая лаборатория прошла долгий и насыщенный путь становления, в ходе которого были predetermined основные направления научной и практической деятельности всей виноградовинодельческой науки. На современном этапе лаборатория химии и биохимии Всероссийского национального научно-исследовательского института виноградарства и виноделия "Магарач" творчески решает насущные проблемы виноделия, базируясь на фундаментальных основах, заложенных предшествующими поколениями ученых. Усовершенствованная система технохимического контроля в виноделии постоянно развивается, насыщаясь новейшими разработками по контролю качества и безопасности винопродукции, созданию системы диагностики кристаллической стабильности виноматериалов и вин, новых методов анализа, проведенными лабораторией химии и биохимии вина в последнее время. Участие в заседаниях Комиссии Международной организации винограда и вина "SCMA Методы анализа" в формате видеоконференции и анализ нормативных документов, разрабатываемых экспертами винодельческих стран мирового сообщества, выводит работу лаборатории на международный уровень. Научно-практическая деятельность лаборатории химии и биохимии вина направлена на тесное сотрудничество с предприятиями отрасли и контролирующими организациями и основана на новейших научных достижениях, таких как методология идентификации образцов винопродукции и вспомогательных материалов, оценка их качества, подлинности и выявления фальсификации; система диагностики кристаллической и коллоидной стабильности виноматериалов и вин, выявления причин возникновения помутнений физико-химического характера, выдача рекомендаций по их устранению; энохимическая характеристика уникальности вин отдельных регионов; методическое обеспечение и аналитическое сопровождение технохимического контроля в виноделии; проведение научно-практических семинаров, курсов повышения квалификации и консультаций.

Ключевые слова: виноград; вино; методы анализа; химические и биохимические процессы; виноделие.

Для цитирования: Аникина Н.С. Энохимическая лаборатория «Магарача». Этапы развития // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4):310-315. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.001

Magarach enochemical laboratory. Stages of development

Anikina N.S.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

Abstract. Established in 1891, Magarach enochemical laboratory, has gone a long and eventful path of development, during which the main directions of scientific and practical activities of viticulture and winemaking in the whole were predetermined. At the present stage, the laboratory of chemistry and biochemistry of the All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach creatively solves current issues of winemaking, basing on fundamental principles laid down by previous generations of scientists. The system of technochemical control in winemaking is constantly growing, being saturated with the newest developments carried out in the laboratory of chemistry and biochemistry of wine in recent times: quality control and safety of wine products; creation of a system for diagnostics of crystalline stability of base wines and wines; new methods of analysis. Attendance at the Commission meetings of the International Organization of Vine and Wine "SCMA Methods of Analysis" in the videoconference format and the analysis of regulatory documents developed by experts of winemaking countries of international community bring the work of the laboratory to international level. The scientific and practical activity of the laboratory of chemistry and biochemistry of wine is aimed at close cooperation with industrial enterprises and regulatory organizations and is based on the latest scientific achievements: methodology for identifying samples of wine products and auxiliary materials, assessment of their quality, authenticity and detecting of falsification; a system for diagnosing crystalline and colloidal stability of base wines and wines, identifying sources of opacities of a physicochemical nature, issuing recommendations for their elimination; methodological and analytical support of technochemical control in winemaking; giving scientific and practical seminars, further education courses and consultations.

Key words: grapes; wine; methods of analysis; chemical and biochemical processes; winemaking.

For citation: Anikina N.S. Magarach enochemical laboratory. Stages of development. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(4):310-315 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.001

*Вино - друг мудрого и враг пьяницы.
Оно горько и полезно, подобно совету философа.
Оно позволительно людям разумным и
запрещено глупцам. Дурака оно толкает в
преисподнюю, а умного ведет к Богу.*

Авиценна

Магарачская энохимическая лаборатория была создана в 1871 году с целью научного обеспечения виноделия, сопровождения аналитическими данными технологических процессов, подтверждения результатов органолептической оценки физико-химическими показателями, а также для прохождения практикума по виноделию учениками Никитского училища садоводства и виноделия [1-7].

Создателями лаборатории выступили директор Императорского Никитского сада и Никитского училища Николай Егорович Цабель и первый химик-винодел России Александр Егорович Саломон (1842-1904), который после окончания в 1865 году Московского университета продолжил обучение в университетах Галле и Лейпцига, а позднее стажировался в Австрии, Германии и Франции [1, 2].

Впервые в России теоретические работы по виноделию начались в небольшом малоприспособленном помещении с примитивным лабораторным оборудованием и немногочисленным штатом сотрудников: заведующий А.Е. Саломон, лаборант и техник-уборщик-сторож.

Интересным исследованием, проведенным лабораторией, был анализ 60 коллекционных образцов вин (ликерных – 27, сухих – 13 красных и 20 белых), приготовленных в первые годы существования «Магарача» и никогда не изучавшихся ранее физико-химическими методами [5]. Энохимические анализы проводились практикантами Никитского училища садоводства и виноделия, в т.ч. Семеном Григорьевичем Моргенштерном [8]. Одновременно вина были оценены дегустационной комиссией, в которую вошли известные и авторитетные специалисты: винодел Удельного ведомства Л.С. Голицын, винодел Магарачского подвала С.Ф. Охременко, винодел имени Массандра А.П. Сербуленко, химик-винодел А.Е. Саломон. Сопоставительные данные были опубликованы в «Записках Никитского сада» в 1893 г.

Научный интерес Александра Егоровича Саломона в области энохимии нашел свое выражение в книге «Основы виноделия» из записок Императорского Общества Сельского Хозяйства Южной России, дозволенной к публикации цензурой в Одессе 7 ноября 1897 г., где были представлены «Методы определения главных составных частей и нормы состава натуральных вин», диапазоны варьирования основных компонентов подлинного виноградного вина и средний состав вин из различных винодельческих стран Европы [9].

Первый руководитель Магарачской энохимической лаборатории Александр Егорович Саломон проработал в области виноградарства, виноделия и химии вина свыше 30 лет, был председателем Крымского и Одесского филлоксерного комитета, инспектором виноделия юга России. А.Е. Саломон положил начало



научным разработкам по применению минеральных удобрений на виноградниках, предложил новое направление в технологии десертных и крепких вин на основе спиртования бродящего сусла. Автор более 60 научных работ, таких, как «Основы виноделия», «Виноделие и погребное хозяйство», «Болезни и пороки вина», «Руководство к химическому анализу вин» [9-10]. А.Е. Саломон был удостоен золотой медали агрономического общества Франции, стипендия его имени была учреждена в Никитском училище садоводства и виноделия в 1903 году.

С 1895 по 1906 гг. Магарачскую энохимическую лабораторию возглавлял русский химик-винодел Михаил Александрович Ховренко (1866 – 1940). С отличием окончив Московское техническое училище в 1892 году, отбыв воинскую повинность, М.А. Ховренко стал работать на Старожиловском винокуренном заводе. В 1892 году Михаил Александрович поступил на «Особые Высшие магарачские курсы по виноделию для слушателей-практикантов», где изучал химию вина у А.Е. Саломона и знакомился с практическим виноделием под руководством Сергея Федоровича Охременко [11]. В 1895 году после окончания этих курсов с отметкой «весьма отлично» Михаил Александрович назначается на должность химика-винодела и заведующего Магарачской энохимической лабораторией и одновременно читает лекции по химии и анализу вина на Высших магарачских курсах [1-2].

При М.А. Ховренко лаборатория и созданный при ней опытный подвал были хорошо оборудованы. В лаборатории проводился полный анализ вина по компонентам, которые знала на тот момент энохимия, а также практические занятия с учениками Никитского училища. В течение десяти лет Михаил Александрович совместно с питомцами проводил трудоёмкий сбор и обработку информации по химическому составу русских виноградных вин, определению их средних норм по 20 компонентам, в результате чего в 1906 году были опубликованы 12 таблиц по районам виноделия и типам вин за 35 лет – с 1870 по 1905 гг. [3-4].

Деятельность М.А. Ховренко ознаменовалась разработкой ряда важных для русского виноделия технологических приемов [1, 3, 5]: выдержка вин в бочках под открытым небом с целью портвейнизации и мадеризации, применение термической обработки мезги вместо ее брожения. Михаил Александрович совместно с соратником Михаилом Федоровичем Щербаковым [1], сторонником защиты натуральности россий-

ских вин и развития виноградарства и виноделия на Юге России провел первые опыты с чистыми культурами дрожжей, в том числе выделенных в «Магараче», которые позволили рекомендовать их для применения в производстве. М.А. Ховренко – первый профессор виноделия в России (1912 г.), автор первого отечественного учебника по виноделию в двух томах [12] и разработчик отечественной технологии вин типа кагор.

С 1906 по 1913 гг. заведующим Магарачской лабораторией был Антон Михайлович Фролов-Багреев [1-3, 5-8]. Круг научных интересов Антона Михайловича был чрезвычайно широк: разработка и модификация методов анализа винограда, сусла и вина, изучение химического состава отечественных виноградных вин, испытание чистой культуры дрожжей, технологическое изучение сортов винограда из магарачской ампелографической коллекции. В результате этих работ в 1909 г. появляется «Руководство к химическому анализу сусла и вина для практиков и энохимиков» [13]. К руководству прилагалась таблица состава русских виноградных вин Крыма, Кубани, Черноморского побережья Кавказа, Молдавии и Средней Азии.

Одновременно Антон Михайлович заведовал Высшими курсами виноделия и читал лекции по виноделию, химии вина и микробиологии. А.М. Фролов-Багреев перевел и издал на русском языке «Курс виноделия» Ж. Лабрда, дополнив его материалами, полученными в «Магараче», составил руководство по химическому составу сусла и вина для энохимиков страны. Две больших капитальных книги «Общее виноделие» и «Частное виноделие. Часть I» написаны А.М. Фроловым-Багреевым, по его же словам, в значительной мере на основании сведений, добытых в «Магараче» [1].

Оживление научной деятельности Магарачской энохимической лаборатории началось с приходом в июне 1923 года Михаила Александровича Герасимова (1884-1966), выпускника естественного факультета Московского университета. М.А. Герасимову стоило огромных усилий привести лабораторию в такой вид, чтобы она могла соответствовать требованиям Магарачского подвала по обеспечению исследований аналитическими данными винограда и вина. Одной из первых забот Михаила Александровича было восстановление музея чистых культур дрожжей. В контакте с Сергеем Федоровичем Охременко – главным виноделом «Магарача» – он начинает работу по селекции чистой культуры дрожжей местного происхождения. Михаил Александрович Герасимов впервые применил метод микровиноделия для изучения особенностей и технологических возможностей сортов винограда. В 1929 году Михаил Александрович был представителем Советского Союза на Международном конгрессе по виноградарству и виноделию в Барселоне (Испания). Как химик-винодел и как заведующий Магарачской энохимической лабораторией, Герасимов был первым в ряду крупных химиков-виноделов «Магарача» в послереволюционный период [1-2, 14].

С 1937 года заведующим энохимической лабораторией Всесоюзного научно-исследовательского ин-

ститута виноградарства и виноделия «Магарач» становится Семен Григорьевич Моргенштерн (1862-1952) – русский и советский учёный-виноградарь-винодел. Получив образование в Санкт-Петербургском технологическом институте, Семен Григорьевич закончил Высшие винодельческие курсы в Никитском ботаническом саду. Занимался научно-исследовательской и просветительской деятельностью, заведовал кафедрой специальных культур и технологии растительных продуктов Каменец-Подольского сельскохозяйственного института, где получил звание профессора (1925 г.), руководил отделом виноделия и виноградарства в Закавказском научно-исследовательском институте виноградарства и виноделия (Телави) [1-2, 15].

На долю Семена Григорьевича выпал нелегкий труд по восстановлению сгоревшего винподвала и разграбленной в оккупацию лаборатории после возвращения «Магарача» из глубокого тыла в Крым в 1944 году. Вернувшиеся бочковые вина были проанализированы заведующим отделом химии вина С.Г. Моргенштерном, они оказались в хорошем состоянии и были использованы в производственных купажах. После войны Семен Григорьевич занимался подготовкой работников лабораторий винзаводов комбината «Массандра» и составлением краткого практического руководства по анализу вина и сусла. Книга «Технохимический контроль винодельческой промышленности» [16] вышла в свет в 1948 году и стала настольным руководством для многих поколений практикующих энохимиков.

С уходом Семена Григорьевича окончился определенный этап становления и развития Магарачской энохимической лаборатории, в ходе которого были разработаны основные технологические приемы производства разных типов отечественных вин, накоплен богатый материал по их химическому составу. Ушла эпоха первых виноделов – выходцев из школы Никитского сада.

Более двадцати лет отдел химии виноделия возглавлял доктор химических наук, профессор Василий Иванович Нилов (1899-1973), предопределяя основные тенденции научной деятельности коллектива: разработка и усовершенствование методов контроля производства и анализа компонентов сусел и вин, исследование и понимание химических и ферментативных процессов, протекающих при производстве вин и выдержке коньячных спиртов, изучение ароматических веществ винограда и вина [8].

Василий Иванович создал научную школу специалистов в области химии вина, подготовил свыше 40 докторов и кандидатов наук, среди них Г.Г. Валуйко, Е.Н. Датунашвили, И.М. Скурихин, С.Т. Огородник, К.К. Алмаши, С.Г. Тюрин. Научное наследие В.И. Нилова представлено более 150 трудами, в частности, книгами «Виноделие», «Химия виноделия и коньячного производства»; «Химия виноделия» [17]; «Созревание и хранение виноматериалов в крупных резервуарах».

Изучение основ химических и биохимических процессов, протекающих на всех этапах формирования вина, постижение их глубины позволило В.И.Нилону

с учениками заложить фундамент для дальнейших разработок технологических подразделений «Магарача».

Николай Михайлович Павленко (1937-2008) пришел в институт виноделия и виноградарства «Магарач» после окончания Кабардино-Балкарского государственного университета и принял заведование отделом химии вина в 1973 году. Важными направлениями научных исследований отдела в этот период была разработка оригинальных новых методов прогнозирования разливостойкости вин, приборов для контроля и автоматического управления технологическими процессами виноделия, апробация и модификация методов анализа компонентов сула и вина, предложенных Международной организацией виноградарства и виноделия (МОВВ) [8, 18].

Николай Михайлович представлял СССР в МОВВ, пройдя путь от эксперта до члена Исполнительного комитета, был участником нескольких Ассамблей и конгрессов, проводимой этой организацией в разных странах мира. В сентябре 1988 г. Н.М.Павленко был избран президентом МОВВ, впервые представляя страну на таком высоком международном уровне. Разносторонность научных интересов, энергичность и инициативность Николая Михайловича предрешили успешность проведения в 1990 году на базе института «Магарач» 70-й Генеральной ассамблеи МОВВ, принять гостей из почти сорока виноградарских стран мира. До сих пор в нашей стране не осуществляются мероприятия мирового статуса в области виноградарства и виноделия.

Доктор технических наук, профессор Николай Михайлович Павленко подготовил 21 кандидата наук, в том числе Е.В. Остроухову и О.А. Чурсину, ставших впоследствии докторами технических наук.

В 1992 году отдел возглавила Виктория Григорьевна Гержилова – учёный-технолог, высококвалифицированный специалист в области химии и биохимии вина, доктор технических наук, профессор, лауреат премии Украинской академии аграрных наук, заслуженный деятель науки и техники Украины, лауреат премии Республики Крым.

В трудный момент развала существующих научных структур, отсутствия материальных ресурсов Виктория Григорьевна смогла сформировать коллектив, обозначить научные проблемы, позволившие на качественно новом уровне решать задачи, поставленные временем.

Виктория Григорьевна Гержилова является ведущим специалистом в области химии и биохимии вина, чьи научные интересы заключаются в выявлении закономерностей химических и биохимических процессов виноделия, разработке методов контроля и регулирования их направленности, совершенствовании системы контроля подлинности вин и методик технологической оценки вспомогательных материалов виноделия, создании научных основ разливостойкости винопродукции. Виктория Григорьевна воспитала целую научную школу: 17 кандидатов и 4 доктора наук, в том числе Елену Викторовну Остроухову, заведующую лабораторией тихих вин, Надежду

Станиславовну Аникину, в настоящее время заведующую лабораторией химии и биохимии вина Всероссийского национального научно-исследовательского института виноградарства и виноделия «Магарач». Среди 240 научных работ В.Г. Гержиловой актуальные издания – «Методы технохимического контроля в виноделии» [19], «Методология идентификации подлинности вин» (в соавторстве с Н.С.Аникиной, Н.В.Гниломедовой, Д.Ю. Погореловым) [20].

Современные реалии лаборатории химии и биохимии вина представлены работой по совершенствованию технохимического контроля в виноделии (ТХК), основы которого заложены нашими предшественниками.

Основную задачу ТХК можно обозначить как систематический и объективный контроль технологических процессов в цепочке виноград → суло/мезга → виноматериал → готовая продукция. Методическое обеспечение ТХК включает в себя критерии, методы их анализа, точки и процедуру мониторинга качества продукта, научно-аналитическую информацию, систематизированную в банке данных [21]. Система ТХК постоянно совершенствуется, насыщаясь новейшими разработками по контролю качества и безопасности винопродукции, созданию системы диагностики кристаллической стабильности виноматериалов и вин, новых методов анализа [22-24].

Интересным представляется также участие в заседаниях Комиссии МОВВ «SCMA Методы анализа» в формате видеоконференции и работа с нормативными документами на международном уровне.

Лаборатория химии и биохимии вина – прямой наследник Магарачской энохимической лаборатории – активно занимается научно-практической деятельностью: проведение идентификации образцов винопродукции и вспомогательных материалов, оценка их качества, подлинности и выявление фальсификации; определение разливостойкости виноматериалов и вин, диагностика кристаллических и коллоидных помутнений, установление причин их возникновения, выдача рекомендаций по их устранению; обоснование уникальности вин отдельных регионов; методическое обеспечение и аналитическое сопровождение технохимического контроля в виноделии; проведение научно-практических семинаров, курсов повышения квалификации, консультаций по химии вина и технохимическому контролю в виноделии.

Живем и работаем следующие 150 лет!

Источник финансирования

Работа выполняется в рамках Государственного задания Минобрнауки России № 0833-2019-0024.

Financing source

The study was conducted under public assignment No. 0833-2019-0024.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Охременко Н.С. Русские виноделы. Симферополь: Крымиздат. 1965:176 с.
2. Промтов И.А., Охременко Н.С. Научно-производственная и учебно-показательная деятельность «Магарача» за 125 лет его существования. Ялта. 1953:199 с.
3. Акчурин Р.К. Архивы рассказывают. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2000;2:38.
4. Гурьянова Н.М. Памятники Большой Ялты. Справочник-путеводитель. Симферополь: Бизнес-информ. 2008:144 с.
5. Валушко Г.Г., Загоруйко В.А., Яланецкий А.Я. Виноделие «Магарача»: вчера и сегодня. Симферополь: Таврида. 2010:5-82.
6. Клепайло А.И. Летопись «Магарача»: даты, факты, имена. Виноград, вино. Киев. 2008:3-8.
7. Климова-Дончук Л.Б., Бордунова Е.А., Трошин Л.П. Исторический фрагмент о создании института винограда и вина «Магарач» и штрихи его научной деятельности. Научный журнал КубГАУ. 2015;113(09):31 <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/85.pdf>.
8. Энциклопедия виноградарства. Главный редактор Тимуш А.И. Кишинев: Главная редакция Молдавской Советской Энциклопедии. 1986;1-3.
9. Саломон А.Е. Текущие работы Магарачской лаборатории. Записки Императорского Никитского Сада. Ялта. 1893;II:105-147.
10. Саломон А.Е. Основы виноделия. Изд. 2-е. Одесса: Тип. Н.Хрисогенос. 1897;2:191.
11. Промтов И.А. С. Ф. Охременко (К 20-летию со дня смерти). Виноделие и виноградарство СССР. 1946; 5:41-42.
12. Ховренко М.А. Общее виноделие. М.: Тип. Кушнерева. 1909:421 с.
13. Фролов-Багреев А.М. Руководство к химическому анализу сула и вина для практиков и энохимиков. Сост. по К. Виндишу. Ялта: Тип. Н. Р. Лупандиной. 1910:209 с.
14. Герасимов М.А. Технология вина. Издание 3-е, испр. и доп. М.: Пищевая промышленность. 1964:640 с.
15. Morgenstern S.G. Виноделие и виноградарство СССР. 1952;12:56.
16. Morgenstern S.G. Техно-химический контроль винодельческой промышленности (руководство для лабораторий по контролю). Симферополь: Крымиздат. 1948:139 с.
17. Нилов В.И., Скурихин И.М. Химия виноделия. Второе изд. М.: Пищевая промышленность. 1967:442 с.
18. Павленко Н.М. Путь на винный Олимп. Киев: ООО «Новый друк». 2004:530 с.
19. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида. 2009:304 с.
20. Аникина Н.С., Гержикова В.Г., Гниломедова Н.В., Погорелов Д.Ю. Методология идентификации подлинности вин. Симферополь: ДИАЙПИ. 2017:152 с.
21. Аникина Н.С., Гержикова В.Г., Погорелов Д.Ю., Гниломедова Н.В., Рябинина О.В. Современное методическое обеспечение технокимического контроля в виноделии. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;4:78-80.
22. Аникина Н.С., Гержикова В.Г., Гниломедова Н.В., Червяк С.Н., Погорелов Д.Ю., Ермихина М.В., Рябинина О.В., Михеева Л.А. Совершенствование методологии выявления фальсифицированной винопродукции. «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019;1:75-79.
23. Гниломедова Н.В., Червяк С.Н., Весютова А.В. Морфология кристаллов битартрата калия в вине при спонтанном кристаллообразовании. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(1);73-76. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.015.
24. Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Червяк С.Н., Весютова А.В., Ермихина М.В. Экспресс-тест для выявления синтетических красителей в винопродукции. Аналитика и контроль. 2021;25(2):126-133. DOI: 10.15826/analitika.2021.25.2.001.

References

1. Okhremenko N.S. Russian winemakers. Simferopol: Krymizdat. 1965:176 p. (*in Russian*).
2. Promtov I.A., Okhremenko N.S. Scientific-production and educational-demonstration activity of Magarach for 125 years of its existence. Yalta. 1953:199 p. (*in Russian*).
3. Akchurin R.C. The archives tell. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2000;2:38. (*in Russian*).
4. Guryanova N.M. Monuments of Big Yalta. Reference directory-guide. Simferopol: Business-inform. 2008:144 p. (*in Russian*).
5. Valuiko G.G., Zagorouiko V.A., Yalanetsky A. Ya. Winemaking of Magarach: yesterday and today. Simferopol: Tavrída. 2010:5-82 (*in Russian*).
6. Klepailo A.I. Chronicle of Magarach: dates, facts, names. Grapes, wine. Kiev. 2008:3-8 (*in Russian*).
7. Klimova-Donchuk L.B., Bordunova E.A., Troshin L.P. Historical fragment of establishment of Magarach scientific institute of grapes and wine and the elements of its scientific activity. Scientific journal KubGAU. 2015;113(09):31 <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/85.pdf> (*in Russian*).
8. Encyclopedia of viticulture. Editor-in-chief Timush A.I. Kishinev: General Editorial Board of the Moldavian Soviet Encyclopedia. 1986;1-3 (*in Russian*).
9. Salomon A.E. Current works of the Magarach laboratory. Notes of the Imperial Nikitsky Garden. Yalta. 1893;II:105-147 (*in Russian*).
10. Salomon A.E. Fundamentals of winemaking. 2-nd edition. Odessa: Khrisogenolos Publ. 1897;2:191 (*in Russian*).
11. Promtov I.A. S. F. Okhremenko (To the 20th anniversary of his death). Winemaking and Viticulture of the USSR. 1946;5:41-42 (*in Russian*).
12. Khovrenko M.A. General winemaking. M.: Publ. house of Kushnerev, 1909:421 p. (*in Russian*).
13. Frolov-Bagreyev A.M. A guide to the chemical analysis of must and wine for practitioners and oenochemists. Comp. by K. Windish. Yalta: Publ. house of N.R. Lupandina. 1910:209 p. (*in Russian*).
14. Gerasimov M.A. Wine technology. 3d edition, rev. and add. Moscow: Food Industry. 1964:640 p. (*in Russian*).
15. Morgenstern S.G. Winemaking and viticulture of the USSR. 1952;12:56 (*in Russian*).
16. Morgenstern S.G. Techno-chemical control of wine industry (manual for control laboratories). Simferopol: Krymizdat. 1948:139 p. (*in Russian*).
17. Nilov V.I., Skurikhin I.M. Winemaking chemistry. Second ed. M.: Food Industry. 1967:442 p. (*in Russian*).
18. Pavlenko N.M. The way to wine Olympus. Kiev: LLC Novy Druk. 2004:530 p. (*in Russian*).
19. Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. Simferopol: Tavrída. 2009:304 p. (*in Russian*).

20. Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Gnilomedova N.V., Pogorelov D.Yu. Methodology for identifying the authenticity of wines. Simferopol: DIP. 2017:152 p. (*in Russian*).
21. Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Pogorelov D.Yu., Gnilomedova N.V., Ryabinina O.V. Modern methodological support of technochemical control in winemaking. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018;4:78-80 (*in Russian*).
22. Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Gnilomedova N.V., Chervyak S.N., Pogorelov D.Yu., Ermikhina M.V., Ryabinina O.V., Mikheeva L.A. Improving the methodology for identifying counterfeit wine products. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019;1:75-79 (*in Russian*).
23. Gnilomedova N.V., Chervyak S.N., Vesutova A.V. Morphology of crystals of potassium bitartrate in wine during spontaneous crystal formation. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(1):73-76. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.015 (*in Russian*).
24. Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Chervyak S.N., Vesutova A.V., Ermikhin M.V. Rapid test for the detection of synthetic dyes in wine products. Analytics and control. 2021;25(2):126-133. DOI: 10.15826/analitika.2021.25.2.001. (*in Russian*).

Информация об авторах

Надежда Станиславовна Аникина, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией химии и биохимии вина, e-mail: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5282-3426>

Information about authors

Nadezhda S. Anikina, Dr. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5282-3426>

Статья поступила в редакцию 10.11.2021, одобрена после рецензии 15.11.2021, принята к публикации 19.11.2021

Ampelographic presentation of some indigenous grape varieties of Greece

Papakonstantinou L.D.², Paschalidis Ch.D.¹, Sotiropoulos S.S.¹, Taskos D.G.³, Paschalidis D.Ch.⁴, Chamurliiev G.O.⁵

¹Department of Agriculture, University of Peloponnese, Antikalamos Junction- Messinia 24100, Greece;

²Engineering Agronomist - Freelancer, Dioni, Rafina, Pikermi, Attica, Greece;

³Hellenic Agricultural Organization DEMETER (former NAGREF), Institute of Olive Trees, Subtropical Crops and Viticulture, Department of the Grapevine of Athens, Greece;

⁴CGK Consulting Ltd, Maroussi, Greece;

⁵RUDN University Moscow, Russia.

Abstract. Greek indigenous wine grape varieties are treasure for wine lovers around the world because of the diversity and uniqueness of Greek wines. There are hundreds of indigenous wine varieties in Greece, making the country one of the most "diverse" wine producers, and Greek vineyard - one of the richest in the world. The local wine varieties of Greece are an irresistible arsenal for wine production of every type and style, to suit any taste. The paper presents the ampelographic description of some well-known local wine varieties of Greek growing regions.

Key words: ampelography; variety; wine.

For citation: Papakonstantinou L.D., Paschalidis Ch.D., Sotiropoulos S.S., Taskos D.G., Paschalidis D.Ch., Chamurliiev G.O. Ampelographic presentation of some indigenous grape varieties of Greece. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(4):316-321 DOI 110.35547/IM.2021.23.4.002

Ампелографическое представление некоторых местных сортов винограда Греции

Папаконстантину Л.Д.², Пасхалидис Х.Д.¹, Сотиропулос С.С.¹, Таскос Д.Г.³, Пасхалидис Д.Х.⁴, Чамурлиев Г.О.⁵

¹Отделение сельского хозяйства, Университет Пелопоннеса, пер. Антикаламос - Мессиния 24100, Греция;

²Техник агроном - фрилансер, Диони, Рафина, Пикерми, Атика, Греция;

³Институт оливковых деревьев, субтропических культур и виноградарства, отделение винограда, Афины, Греция, Греческая сельскохозяйственная организация DEMETER (бывшая NAGREF);

⁴CGK Consulting Ltd., Маруси, Греция;

⁵Университет РУДН, Москва, Россия.

Аннотация. Технические сорта винограда Греции представляют собой сокровище для ценителей вина во всем мире из-за своей уникальности. Здесь возделываются сотни сортов для производства вин любого типа, на любой вкус, что дает возможность рассматривать страну как одного из самых «разноплановых» производителей вина, а греческие виноградники - одними из самых богатых на сортовое разнообразие в мире. В статье представлено ампелографическое описание некоторых широко известных греческих технических сортов винограда.

Ключевые слова: ампелография; сорт; вино.

Для цитирования: Папаконстантину Л.Д., Пасхалидис Х.Д., Сотиропулос С.С., Таскос Д.Г., Пасхалидис Д.Х., Чамурлиев Г.О. Ампелографическое представление некоторых местных сортов винограда Греции // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4): 316-321. 10.35547/IM.2021.23.4.002

Introduction

Favorable soil and climatic conditions of our country led to the development of viticulture from a very early age. The first indication of viticulture goes back to Neolithic period.

More than 200 Greek grape varieties along with synonyms, types and color variations are included and described in ampelography.

Ampelographic collections of the country host more than 550 Greek varieties with synonyms, types, variants

or potential clones. The National Catalog includes about 250 names and synonyms of Greek wine varieties.

In Greece, the number of cultivated or sporadically occurred varieties is very big, and even disproportionately big compared to the number of Greek vineyards. According to ampelography of Kribas, Davidis, Vlachos, Logothetis, the number of Greek varieties apparently exceeds 350, while this number reaches 1000 if to include their variations and synonyms.

Materials and methods

The description of morphological characteristics of the varieties and their coding (the code numbers given in parentheses) was carried out in accordance with the code of the International Organization of Vine and Wine



Fig. 1. 'Agiorgitiko' ('Nemea')



Fig. 2. 'Asyrtiko'

(O.I.V., 2013).

Results and discussion

The richness of indigenous varieties in Greece is inexhaustible, although many of these varieties are at risk or in danger of extinction. This paper presents data from the ampelographic description of some classic, emerging and rare indigenous Greek wine varieties.

'Agiorgitiko' ('Nemea')

The variety 'Agiorgitiko' is multidimensional, since it gives rosé and red tank wines (fresh), short or long aging, red wines ripen in barrels, give semi-sweet and sweet wines with strong fresh red fruit aroma.

The elements of ampelographic description of the variety are the following:

Young shoot: The form of tip of the young shoot is opened (001-7) with a very high density of prostrate hairs of tip (004-9).

Young leaf: the upper side color is green with bronze spots (051-2) with none or very weak intensity of anthocyanin coloration (052-1) and high density of prostrate hairs between veins (053-7).

Shoot: Its attitude is horizontal (006-5) and the distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), the length of tendrils is medium (017-5).

Inflorescence: the sex of the flower is hermaphrodite (151-3).

Mature leaf: the leaf blade size is medium (065-5), its shape is pentagonal (067-3), the number of lobes is five (068-3). Anthocyanin coloration of main veins on the upper side of the blade is absent or very weak (070-1). The shape of leaf teeth on both sides is rectilinear (076-2), with a medium length of teeth (077-5). The general shape of petiole sinus is slightly overlapping lobes (079-6) with the V-shaped base of the petiole sinus (080-2). The density of prostrate hairs between veins of the lower side is high (084-7) and the density of erect hairs in main veins of the lower side is very weak to absent (087-1)

Bunch: size is medium (202-5), with high density (204-7).

Berry: size is small (220-3), with a sort elliptic shape (223-4), skin color is blue-black (225-6).

Phenological stages: the time of bud burst is the second ten-day period of April (301) and the time of beginning of berry ripening is the first ten days of August (303).

'Asyrtiko'

The 'Asyrtiko' is a rare world-class white variety and one of the most important varieties found in the Mediterranean basin. It is used for production of mainly white dry wines, some of which are matured in barrels. However, some sweet wines are produced from sun-dried grapes (sun-dried wines) of the 'Asyrtiko' variety.

The elements of ampelographic description of the variety are the following:

Young shoot: the form of tip of the young shoot is opened (001-7) with high density of prostrate hairs of tip (004-7).

Young leaf: the upper side color is yellow (051-3) with medium intensity of anthocyanin coloration (052-5) and medium density of prostrate hairs between veins (053-5).

Shoot: its attitude is semi-erect (006-3) and the distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), the length of the tendrils is short (017-3).

Inflorescence: the sex of the flower is hermaphrodite (151-3).

Mature leaf: the leaf blade size is small (065-3), its shape is pentagonal (067-3), the number of lobes is five (068-3). Anthocyanin coloration of main veins on the upper side of the blade is absent or very weak (070-1). The shape of leaf teeth on both sides is rectilinear (076-2), with a short length of teeth (077-3). The general shape of petiole sinus is open (079-3) with the V-shaped base of the petiole sinus (080-2). The density of prostrate hairs between veins of the lower side is high (084-7), the



Fig. 3. 'Moschofilero'

density of the erect hairs in main veins of the lower side is very weak to absent (087-1).

Bunch: size is medium (202-5), with medium density (204-5).

Berry: size is medium (220-5), with a roundish shape (223-3), skin color is green-yellow (225-1).

Phenological stages: the time of bud burst is the second ten-day period of April (301) and the time of beginning of berry ripening is the first ten days of August (303).

'Moschofilero'

The variety 'Moschofilero' is used almost exclusively for the production of dry white and minimal - for sparkling wines. Of course, it often participates in wine blends, bringing his unique aroma.

The core of the cultivation of the late muscophile is the Peloponnese and especially the plateau of Mantinea.

The 'Moschofilero', as a variant, is probably more suitable for mountainous soils and is one of the main varieties in mountainous Arcadia.

The elements of ampelographic description of the variety are the following:

Young shoot: The form of tip of the young shoot is opened (001-7) with a very high density of prostrate hairs of tip (004-9).

Young leaf: The upper side color is yellow (051-3) with medium intensity of anthocyanin coloration (052-5) and very high density of prostrate hairs between veins (053-9).

Shoot: its attitude is semi-erect (006-3) and the distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), the length of the tendrils is long (017-7).

Inflorescence: the sex of the flower is hermaphrodite (151-3).

Mature leaf: the leaf blade size is very large (065-9), its shape of blade is pentagonal (067-3), and the number of lobes is three (068-2). Anthocyanin coloration of main veins on the upper side of the blade is absent or very weak



Fig. 4. 'Xinomayro'

(070-1). The shape of leaf teeth on both sides is convex (076-3), with a medium length of teeth (077-5). The general shape of petiole sinus is closed (079-5) with the V-shaped base of the petiole sinus (080-2). The density of prostrate hairs between veins of the lower side is high (084-7) and the density of the erect hairs in main veins of the lower side is very weak to absent (087-1).

Bunch: size is medium (202-5), with medium density (204-5).

Berry: size is medium (220-5), with a roundish shape (223-3), skin color is red (225-3).

Phenological stages: the time of bud burst is the second ten-day period of April (301) and the time of beginning of berry ripening is the first ten days of August (303).

'Xinomayro'

This is the noblest red Greek variety of northern Helladic vineyards. It is mainly cultivated in mountainous areas, in Macedonia, in northern-central Greece, but also in neighboring Thessaly.

As a polydynamic variety, it can give extremely structured wines, with a style and character that stands out, having the possibility of long-term aging. It also offers a full range of wine types produced: red, rosé and white (blanc de noir), dry, semi-dry, semi-sweet, fresh and aged, semi-sparkling, sparkling and sweet vins de liqueur, as well as wine spirits. Gives wines with high acidity and enough tannins.

The elements of ampelographic description of the variety are the following:

Young shoot: the form of tip of the young shoot is opened (001-7) with a very high density of prostrate hairs of tip (004-9).

Young leaf: the upper side color is yellow with bronze spots (051-4) with none or very weak intensity of anthocyanin coloration (052-1) and high density of prostrate hairs between veins (053-7).

Shoot: its attitude is semi-erect (006-3) and the

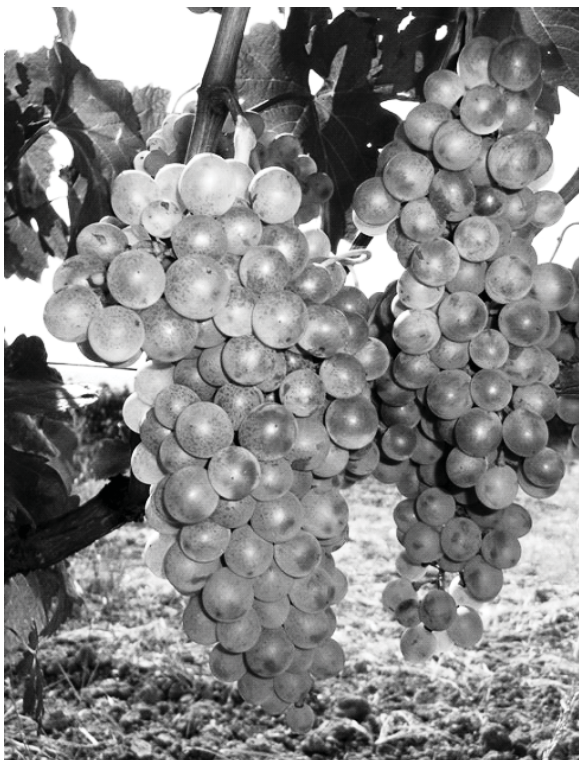


Fig. 5. 'Malagouzia'

distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), the length of the tendrils is long (017-7).

Inflorescence: the sex of the flower is hermaphrodite (151-3).

Mature leaf: the leaf blade size is large (065-7), its shape is pentagonal (067-3), the number of lobes is three (068-2). Anthocyanin coloration of main veins on the upper side of the blade is weak (070-3). The shape of leaf teeth on both sides is convex (076-3), with a short length of teeth (077-3). The general shape of petiole sinus is lobes overlapping (079-7) with the V-shaped base of the petiole sinus (080-2). The density of prostrate hairs between veins of the lower side is medium (084-5), the density of the erect hairs in main veins of the lower side is very weak to absent (087-1).

Bunch: size is small (202-3), with medium density (204-5).

Berry: size is medium (220-5), with a roundish shape (223-3), skin color is red-black (225-7).

Phenological stages: the time of bud burst is the second ten-day period of April (301) and the time of beginning of berry ripening is the first ten days of August (303).

'Malagouzia'

The 'Malagouzia' variety gives wines with a moderately soft yellow-green color and a very intense, extremely expressive flavor and aroma with hints of peach, green pepper, basil and flowers. Wines are pleasant, cooling and aromatic.

It is early ripening, white, aromatic variety of terrestrial origin. As a plant it is of moderate vigor and quite productive. The elements of ampelographic description of the variety are the following:

Young shoot: the form of tip of the young shoot is opened (001-7) with high density of prostrate hairs of tip



Fig. 6. 'Vidiano'

(004-7).

Young leaf: the upper side color is yellow with bronze spots (051-4) with medium intensity of anthocyanin coloration (052-1) and high density of prostrate hairs between veins (053-7).

Shoot: its attitude is horizontal (006-5) and the distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), the length of the tendrils is medium (017-5).

Inflorescence: the sex of the flower is hermaphrodite (151-3).

Mature leaf: the size of the leaf blade is medium (065-5), its shape is pentagonal (067-3), the number of lobes is five (068-3). Anthocyanin coloration of main veins on the upper side of the blade is absent or weak (070-1). The shape of leaf teeth on both sides convex (076-3), with a medium length of teeth (077-5). The general shape of petiole sinus is slightly open (079-4) with the V-shaped base of the petiole sinus (080-2). The density of prostrate hairs between veins of the lower side is medium (084-5), the density of the erect hairs in main veins of the lower side is high (087-7)

Bunch: size is small (202-3), with medium density (204-5).

Berry: size is medium (220-5), with a roundish shape (223-3), skin color is green-yellow (225-1).

Phenological stages: the time of bud burst is the second ten-day period of April (301) and the time of beginning of berry ripening is the first ten days of August (303).

'Vidiano'

This is a white variety, originating from Crete and used for the production of white dry wines. It gives wines of yellow-green color, with intense, distinct and complex aromas, which, among others, are reminiscent of ripe peach and apricot, with hints of aromatic herbs



Fig. 7. 'Plyto'

and minerality.

The elements of ampelographic description of the variety are the following:

Young shoot: the form of tip of the young shoot is opened (001-7) with a very high density of prostrate hairs of tip (004-9).

Young leaf: the upper side color is copper yellow (051-5) with medium intensity of anthocyanin coloration (052-5) and high density of prostrate hairs between veins (053-7).

Shoot: its attitude is semi-erect (006-3) and the distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), the length of the tendrils is very short (017-1).

Inflorescence: the sex of the flower is hermaphrodite (151-3).

Mature leaf: the size of the leaf blade is medium (065-5), its shape is pentagonal (067-3), the number of lobes is five (068-3). Anthocyanin coloration of main veins on the upper side of the blade is absent or very weak (070-1). The shape of leaf teeth on both sides is rectilinear (076-2), with a medium length of teeth (077-5). The general shape of petiole sinus is lobes slightly overlapping (079-6) with the V-shaped base of the petiole sinus (080-2). The density of prostrate hairs between veins of the lower side is high (084-7) and the density of the erect hairs in main veins of the lower side is weak (087-3).

Bunch: size is large (202-7), with high density (204-7).

Berry: size is medium (220-5), with a cylinder shape (223-8), skin color is green-yellow (225-1).

Phenological stages: the time of bud burst is the second ten-day period of April (301) and the time of beginning of berry ripening is the first ten days of August (303).

'Plyto'

This variety is one of the most famous old Cretan varieties but in recent years was in danger of extinction. It is a lively plant, productive but susceptible to diseases. Its grapes are medium, with a golden-yellow rind, rare refreshing acidity and a lemony taste.

The elements of ampelographic description of the



Fig. 8. 'Avgoustiatis'

variety are the following:

Young shoot: the form of tip of the young shoot is opened (001-7) with a medium density of prostrate hairs of tip (004-5).

Young leaf: the upper side color is copper yellow (051-5) with strong intensity of anthocyanin coloration (052-7) and sparse density of prostrate hairs between veins (053-3).

Shoot: its attitude is horizontal (006-5) and the distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), the length of the tendrils is short (017-3).

Inflorescence: the sex of the flower is hermaphrodite (151-3).

Mature leaf: the size of the leaf blade is large (065-7), its shape is pentagonal (067-3), the number of lobes is seven (068-4). Anthocyanin coloration of main veins on the upper side of the blade is weak (070-3). The shape of leaf teeth on both sides is convex (076-3), with a long length of teeth (077-7). The general shape of petiole sinus is lobes slightly overlapping (079-6) with the V-shaped base of the petiole sinus (080-2). The density of prostrate hairs between veins of the lower side is medium (084-5) and the density of the erect hairs in main veins of the lower side is medium (087-5).

Bunch: size is medium (202-5), with high density (204-7).

Berry: size is small (220-3), with an obovate shape (223-7), skin color is green-yellow (225-1).

Phenological stages: the time of bud burst is the second ten-day period of April (301) and the time of beginning of berry ripening is the first ten days of August (303).

'Avgoustiatis'

The 'Avgoustiatis' is cultivated in a small area mainly in the Peloponnese and specifically on its western side, near wonderful beaches and, of course, in Ancient Olympia. The red variety 'Avgoustiatis' gives impressive wines of good quality, mainly red and rarer rosé.

The elements of ampelographic description of the

variety are the following:

Young shoot: the form of tip of the young shoot is opened (001-7) with a medium density of prostrate hairs of tip (004-5).

Young leaf: the upper side color is yellow with bronze spots (051-4) with medium intensity of anthocyanin coloration (052-5) and medium density of prostrate hairs between veins (053-5).

Shoot: its attitude is horizontal (006-5) and the distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), the length of the tendrils is short (017-3).

Inflorescence: the sex of the flower is hermaphrodite (151-3).

Mature leaf: the size of the leaf blade is medium (065-5), its shape is pentagonal (067-3), the number of lobes is five (068-3). Anthocyanin coloration of main veins on the upper side of the blade is absent or very weak (070-1). The shape of leaf teeth on both sides is convex (076-3), with a medium length of teeth (077-5). The general shape of petiole sinus is closed (079-5) with the V-shaped base of the petiole sinus (080-2). The density of prostrate hairs between veins of the lower side is medium (084-5) and the density of the erect hairs in main veins of the lower side is very weak to absent (087-1).

Bunch: size is small (202-3), with loose density (204-3).

Berry: size is small (220-3), with a roundish shape (223-3) and color of skin is blue-black (225-6).

Phenological stages: the time of bud burst is the

second ten-day period of April (301) and the time of beginning of berry ripening is the first ten days of August (303).

Conclusions

The cultivation of wine varieties in Greece in recent years is in crisis despite the fact that Greek wine has managed to open new avenues in markets outside Greece.

It is generally accepted according to a relevant study of the industry, that the further development and improvement of the competitiveness of the industry should be based on local Greek varieties. The main concern is the rescue of the traditional Greek wine varieties and the evaluation of selected clones of some of the most important Greek varieties.

For this purpose, high quality propagating material is created for indigenous wine varieties already registered in the National Catalog, which will contribute to the spread of their crops, offering advantages such as differentiation of the final product in wine market and comparative advantage in end products as the demand for wines from new traditional varieties in the domestic and international market is constantly increasing.

Therefore, to strengthen not only the competitiveness ultimately, but also the direction in new production targets such as those arising from climate change, the emergence of new diseases, the environmental protection requirements and consumer behavior, it is necessary to deepen our knowledge about physiology and pathology of the vineyard and develop tools and genetic databases.

Information about authors

Loukas Dimitrios Papakonstantinou - Engineering Agronomist - Freelancer, Dioni, Rafina, Pikermi, Attica, Greece;
Christos Dimitrios Paschalidis - Cand. Agric. Sci., Professor, Department of Agriculture, University of Peloponnese, Antikalamos Junction- Messinia 24100, Greece; tel: 00306945415806; e-mail: chpaschal46@ yahoo.gr;

Stavros Sotiris Sotiropoulos - Lecturer, Department of Agriculture, University of Peloponnese, Antikalamos Junction- Messinia 24100, Greece;

Dimitrios Georgios Taskos - Junior Staff Scientist, Institute of Olive Trees, Subtropical Crops and Viticulture, Department of the Grapevine of Athens, Greece, Hellenic Agricultural Organization DEMETER (former NAGREF);

Dimitrios Christos Paschalidis - CGK Consulting Ltd, Maroussi, Greece;

Georgiy Omarovich Chamurliiev - Senior Lecturer, RUDN University, Moscow, Russia.

Информация об авторах

Лукас Димитриос Папаконстантину - Техник агроном - фрилансер, Диони, Рафина, Пикерми, Атика, Греция;

Христос Димитриос Пасхалидис - канд. с-х. наук, профессор; отделение сельского хозяйства, Университет Пелопоннеса, пер. Антикаламос - Мессиния 24100, Греция; e-мэйл: chpaschal46@ yahoo.gr;

Ставрос Сотирис Сотиропулос - преподаватель, отделение сельского хозяйства, Университет Пелопоннеса, пер. Антикаламос - Мессиния 24100, Греция;

Димитриос Георгиос Таскос - мл. науч. сотр., Институт оливковых деревьев, субтропических культур и виноградарства, отделение виноградных лоз, Афины, Греция, Греческая сельскохозяйственная организация DEMETER (бывший NAGREF);

Димитриос Христос Пасхалидис - CGK Consulting Ltd, Маруси, Греция;

Георгий Омарович Чамурлиев - старший преподаватель, РУДН, Москва, Россия.

Статья поступила в редакцию 10.11.2021, одобрена после рецензии 17.11.2021, принята к публикации 19.11.2021

Идентификация уровня ploidy растений в селекции винограда

Клименко В.П., Лушай Е.А., Абдурашитова А.С.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31

Аннотация. Полиплоидные формы обращают на себя внимание своими положительными свойствами, одним из которых является увеличение по сравнению с диплоидными сортами размеров хозяйственно ценных органов. Значительное количество работ по полиплоидии растений в последнее время обусловлено развитием аналитических методов, таких как современные способы приготовления цитогенетических препаратов, цифровая микроскопия, проточная цитометрия, ПЦР-анализ. В настоящее время для получения полиплоидных форм растений используют системы культуры ткани. Успех индукции полиплоидии зависит от различных факторов: состава питательной среды, антимиотического агента, типа эксплантов, времени воздействия и концентрации веществ. В программах создания полиплоидных форм растений проводят исследования с использованием прямого подсчета хромосом, проточной цитометрии, ПЦР-анализа, а также косвенных методов изучения морфологических особенностей объектов. Методы изучения структуры эпидермиса листа являются простыми, быстрыми, неразрушающими и не требующими дорогих реагентов или оборудования. В качестве морфологических индикаторов ploidy обычно используют параметры устьиц (частота устьиц, размеры замыкающих клеток и количество хлоропластов в устьицах). Предлагаются простые протоколы прямого и косвенного методов анализа ploidy винограда. Наиболее успешными работами в области изучения ploidy растений можно считать исследования комплексные. Косвенные методы анализа следует использовать для массового скрининга исходной выборки, прямые методы – для точного изучения генома отобранных растений. Изучение морфологических особенностей эпидермиса листьев может быть использовано в селекционных программах создания виноградных полиплоидов. Исследование дает рациональное обоснование дальнейшей работы по анализу цитогенетических и морфологических особенностей полиплоидных растений винограда.

Ключевые слова: виноград; геном; полиплоидия; индукция; хромосомы; устьица; селекция.

Для цитирования: Клименко В.П., Лушай Е.А., Абдурашитова А.С. Идентификация уровня ploidy растений в селекции винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4):322-329. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.003

Identification of the ploidy level of plants in grape breeding

Klimenko V.P., Luschay E.A., Abdurashitova A.S.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

Abstract. Polyploid forms attract attention for their positive properties, one of which is an increase in the size of economically valuable organs compared to diploid varieties. A significant number of works on plant polyploidy in recent years is due to the development of analytical methods, such as modern methods for the preparation of microslides, digital microscopy, flow cytometry, PCR-analysis. Tissue culture systems are currently used to obtain polyploid forms of plants. The success of polyploidy induction depends on various factors, such as composition of the nutrient medium, antimetabolic agent, type of explants, time of exposure, and concentration of substances. In programs for creating polyploid forms of plants, the research is carried out using direct chromosome counting, flow cytometry, PCR-analysis, as well as indirect methods for studying morphological characteristics of objects. Methods for study the structure of leaf epidermis are simple, fast, non-destructive and not requiring expensive reagents or equipment. Stomatal parameters (stomatal density, guard cell size, and the number of chloroplasts in stoma) are commonly used as morphological indicators of ploidy. Simple protocols of direct and indirect methods of ploidy analysis for grapes are proposed. Complex research can be considered as the most successful in the field of plant ploidy studies. Indirect methods of analysis should be used for mass screening of the initial sample, direct methods – for precise study of the genome of selected plants. The study of morphological characteristics of leaf epidermis can be used in breeding programs for the creation of grape polyploids. The research provides a rational basis for further work on the analysis of cytogenetic and morphological features of polyploid grape plants.

Key words: grapes; genome; polyploidy; induction; chromosomes; stomata; breeding.

For citation: Klimenko V.P., Luschay E.A., Abdurashitova A.S. Identification of the ploidy level of plants in grape breeding. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(4):322-329 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.003

Введение

Последние десятилетия, без сомнения, стали периодом ренессанса в области работ по полиплоидии растений. Этот феномен обусловлен развитием и до-

ступностью новых методов идентификации ploidy организмов, таких как современные способы приготовления цитогенетических препаратов, цифровая микроскопия, проточная цитометрия, ПЦР-анализ.

Полиплоидия широко распространена в природе и в растениеводстве, многие существующие сорта куль-

турных растений являются полиплоидными. Предполагается, что амфидиплоидные дикие растения винограда, получившиеся в результате спонтанных скрещиваний между видами с различным числом хромосом (20 и 18) и в ходе последовавшего в дальнейшем удвоения хромосомного набора, положили начало всем видам подрода *Euvitis* с числом хромосом 38 [1]. Виды подрода *Muscadinia* с числом хромосом 40 возникли, по-видимому, также на основе полиплоидии [2]. В частности, вид *Vitis rotundifolia* можно рассматривать как естественный тетраплоид, появившийся в результате удвоения числа хромосом у исходной формы рода *Vitis*, которая имела 20 хромосом. Реальная дифференциация между подродом *Euvitis* и подродом *Muscadinia* убедительно подтверждается методом максимального правдоподобия и байесовским анализом [3]. В то же время, в процессе диверсификации видов винограда даже самые важные различия между ними не сопровождались резкими изменениями в морфометрии хромосом, кроме некоторых особенностей, которые отразились на индексе асимметрии [4, 5].

С того момента, когда люди стали использовать отбор для улучшения растений, имевших важное хозяйственное значение, среди выделенных объектов непременно оказывались и полиплоидные формы, которые обращали на себя внимание своими бесспорными достоинствами, хотя стародавние селекционеры еще не имели представлений о ploидности организмов. Поскольку полиплоидия заметно влияет на формирование продукции растений, удвоение хромосом интенсивно изучается на протяжении многих лет и нашло свое применение в селекции [6]. Для создания новых сортов растений селекционеры используют как индуцированную полиплоидию, так и естественные полиплоиды [7]. Одно из очевидных положительных свойств полиплоидных форм растений – увеличение по сравнению с диплоидными сортами размеров экономически ценных органов [8, 9]. Кроме того, полиплоиды можно использовать для преодоления нескрещиваемости в случае рискованного интерплоидного аутбридинга [10–12]. Исследование компонент генетической и экологической вариабельности тетраплоидных сортов винограда показало, что влияние генотипа может быть значительным для подавляющего большинства признаков качества, генетические оценки каждого признака предоставляют полезную информацию для совершенствования селекционных программ создания полиплоидов [13].

Целью данного обзора является анализ научно-исследовательских работ по методологии определения уровня ploидности растений с учетом его соответствия морфологическим особенностям эпидермиса листьев и обоснование значения этой связи для селекции винограда.

Индукция полиплоидии. В настоящее время для получения полиплоидных форм растений используют системы культуры ткани [14]. Удвоение хромосом *in vitro* может быть вызвано различными антимиотическими средствами. Чаще всего используют колхицин, оризалин и трифлуралин. Процесс индуцированного удвоения хромосом *in vitro* состоит из последователь-

ных стандартных процедур, включая собственно индукцию и протокол подтверждения для определения эффективности [6, 15–17]. Успех индукции зависит от различных факторов: состава питательной среды, антимиотического агента, типа эксплантов, времени воздействия и концентрации веществ.

Тетраплоиды винограда не смогли получить при обработке колхицином апикальной меристемы, но при этом один из проростков идентифицирован как анеуплоидный [18]. Среди проростков *in vitro*, регенерировавших из обработанных колхицином соматических эмбриоидов из незрелых зиготических зародышей диплоидного винограда *Vitis vinifera* L. идентифицировано только пять истинных тетраплоидов, $2n = 4x = 76$; все остальные оказались диплоидными, $2n = 2x = 38$ [19].

Для использования в программах селекции виноградных подвоев разработан простой и эффективный протокол индукции *in vitro* тетраплоидов, в частности, положительные результаты получены в гибридном потомстве от скрещивания подвоя Рипария × Рупестрис 101-14, $2n = 2x = 38$, с сортом Трайшед, $2n = 2x = 40$ [20]. В ходе определения оптимальных условий для полиплоидизации верхушек побегов и соматических эмбриоидов бессемянных сортов винограда с использованием колхицина и оризалина разработаны протоколы, позволившие получать автотетраплоидные растения с достаточно высокой частотой [21]. При совершенствовании методологии получения полиплоидов винограда путем обработки колхицином меристемных тканей почек в культуре ткани *in vitro* подобрана оптимальная методика, исключающая пролиферацию почек и образование побегов, а также дополнительную пересадку на твердую среду с цитокинином и бензиламинопурином [22].

Судя по сообщениям [23–25], обработка колхицином и оризолином меристемных тканей почек и соматических эмбриоидов винограда в культуре *in vitro* нередко способствует развитию цитохимерных регенерантов. Получение автотетраплоидных форм винограда в митозе считается затруднительным, в этом случае чаще всего появляются миксоплоидные формы и для получения истинных тетраплоидов требуется проведение расхимеривания [26]. Химерность тканей – распространенное явление у винограда и при вегетативном размножении полиплоидного растения имеется большая вероятность получения саженцев различной ploидности, при этом зиготы с отклонением от диплоидности обладают пониженной жизнеспособностью [27]. Тетраплоиды, индуцированные у образцов винограда *Vitis* spp. различной ploидности оказались жизнеспособными, легко укоренялись и были стабильными в течение многих лет, тогда как полученные наряду с ними цитохимеры терялись во время культивирования *ex vitro*, возвращаясь к исходным геномам, триплоидному и тетраплоидному [25]. Индукция полиплоидии в мейозе оказалась более результативной методикой для получения автотетраплоидных форм [24]. Наиболее эффективные протоколы индукции истинных автополиплоидов разработаны, исходя из целесообразности воздействия колхицина на проэмбриогенные клетки

суспензионных культур [28–30].

Прямые и косвенные методы определения ploидности растений. В программах создания полиплоидных форм растений для анализа уровня ploидности обычно проводят комплексные исследования с использованием прямого цитогенетического метода (путем подсчета хромосом), проточной цитометрии, ПЦР-анализа, а также косвенных методов изучения морфологических особенностей изучаемых объектов [19, 21, 31–35]. Впрочем, к косвенным методам анализа уровня ploидности иногда относят и проточную цитометрию, и молекулярные методы [32]. Проточная цитометрия (цитофлуориметрия) – выдающийся современный метод оценки ploидности объектов, и все же используются и другие методы подтверждения полиплоидности, такие как морфологические наблюдения [6, 36]. Но не всегда понятно, в какой степени вегетативные признаки коррелируют с репродуктивными признаками [37].

Исследования показали, что все протестированные методы определения уровня ploидности растений могут быть успешно использованы [21, 33–35, 38]. Вместе с тем, получение растений для морфологических наблюдений требует длительного времени, прямой метод подсчета хромосом считается трудоемкой операцией, а проточная цитометрия и ПЦР-анализ остаются дорогими и сложными процедурами. В то же время, методы изучения структуры эпидермиса листа являются более простыми в использовании и могут рассматриваться как практическая альтернатива другим методам определения уровня ploидности растений [32]. Подсчет устьиц и хлоропластов – метод быстрый, неразрушающий и не требующий дорогих реагентов или оборудования [19, 21, 39, 40].

В качестве морфологических индикаторов уровня ploидности у многих видов растений обычно используют параметры устьиц (частота устьиц, размеры замыкающих клеток и количество хлоропластов в устьицах). Установлено, что у полиплоидных проростков более крупные устьица, чем у диплоидных проростков [41]. Размер устьиц статистически коррелирует с уровнем ploидности регенерантов и может быть использован для предварительного скрининга полиплоидии [21]. Изменение уровня ploидности влияет на морфологию и параметры устьиц с вероятными последствиями для водного баланса листьев [31]. Отмечена значимая положительная корреляция между размером устьиц и уровнем ploидности, высокая отрицательная связь – между плотностью устьиц и уровнем ploидности, что свидетельствует о снижении плотности устьиц в результате повышения уровня ploидности [19, 31, 42]. Более низкая плотность устьиц в листьях тетраплоидов объясняется большими размерами устьиц и клеток эпидермиса, а также уменьшением дифференциации устьиц [35]. Результаты эксперимента с целью установления размера устьиц и количества хлоропластов в клетках эпидермиса, которые могут быть объективными критериями для определения уровня ploидности, показали значительную разницу в ploидности объектов, несмотря на то, что различия между генотипами не были существенными [32].

Уникальное исследование связи размера устьиц и размера генома проведено усилиями сорока трех исследователей для широкого спектра покрытосеменных растений 1442 видов в Аргентине, Иране, Испании и Великобритании; при этом установлено, что величина устьиц положительно коррелирует с размером генома в большом диапазоне основных таксонов, однако гипотеза причинности осталась недоказанной [43].

Так же, как в случаях полиплоидизации *in vitro* многих растений, размер устьиц продемонстрирован в качестве подходящего индикатора размера генома и для полиплоидного виноградного растения [21]. Хотя биологическое значение соответствия между размером генома и размером устьиц у автополиплоидов остается спорным [43], сравнение между структурами эпидермиса и содержанием ДНК может быть полезным для изучения индуцированных *in vitro* полиплоидов виноградной лозы.

Физиологическое значение устьиц для растений. Устьица – это специализированные структуры эпидермиса, которые функционируют как клапаны внутреннего давления в газообмене. Устьица образованы двумя замыкающими клетками с апертурами и связывают межклеточные пространства внутри листа с атмосферой. Эта связь имеет решающее значение для выживания растений, поскольку позволяет углекислому газу достигать хлоропластов мезофилла для фотосинтетических реакций. Регулировка ширины апертур ограничивает потерю воды, которая контролируется параметрами окружающей среды и растений посредством сложных путей передачи сигналов [31].

Устьица имеют решающее значение для фотосинтеза, их размер влияет на функциональную эффективность и меняется в зависимости от жизненного цикла, внося свой вклад в экологическую и физиологическую специализацию листа [43–45]. Взаимосвязь между устьичной проводимостью и водным потенциалом в листьях может быть ключом к пониманию функций растений в условиях изменяющегося климата [46]. Плотность устьиц листа – основной фактор, регулирующий водный баланс в виноградных растениях, существенно варьирующий в зависимости от температуры почвы, концентрации углекислого газа в атмосфере и запаса углеводов [47]. Отмечено, что в листьях растений, выращенных в культуре ткани, наблюдается более высокая частота устьиц, чем в листьях растений *in vivo*; высокая летальность растений *ex vitro* объясняется, прежде всего, чрезмерной потерей влаги из-за высокой плотности устьиц [48].

Последовательность косвенного метода анализа ploидности винограда. Косвенные методы анализа следует использовать для массового скрининга уровня ploидности большой исходной выборки растений. Исходя из анализа опубликованных данных и собственных наблюдений, рекомендуется следующая последовательность косвенного метода анализа ploидности винограда.

В качестве исходного материала лучше всего использовать растения *in vivo*, растения *in vitro* подходят в меньшей степени, пророщенные черенки *in situ* менее всего годятся для данной работы. Необходимо и

достаточно рандомизированно отобрать по 5–10 растений каждого генотипа, по 3–10 полностью развитых листьев на растение или по 30 полностью развитых листьев на генотип [21, 31, 32, 34]. Листья следует намочить, их можно хранить в холодильнике. Начинать работу лучше всего с утра.

Возможны, как минимум, три варианта приготовления временных препаратов, с использованием как адаксиального, так и абаксиального подхода, в зависимости от исходного материала.

Вариант 1. Клейкую ленту (скотч) поместить на среднюю часть верхней стороны листовой пластинки и вдали от краев листа. Прижать скотч к листу. Затем плавно снять с листа, захватывая при этом верхний слой эпидермиса. Освобожденный от верхнего слоя фрагмент листовой пластинки вырезать и поместить на предметное стекло [35].

Вариант 2. Метилацетатный клей или аналогичный ему равномерно намазать на среднюю часть нижней стороны листовой пластинки и вдали от краев листа. Через 5 мин. высушенную мембрану осторожно снять с листа и поместить на предметное стекло [31].

Вариант 3. Убрать пыль с листьев влажной ватой. Затем нанести слой прозрачного лака равномерно на среднюю часть нижней стороны листовой пластинки и вдали от краев листа. После того, как лак полностью высохнет, пленку снять, чтобы сделать временный препарат [45].

Материал целесообразно окрашивать. Эпидермис кожицы рекомендуется окрашивать в капле раствора йод-йодистого калия (1 г йода и 2 г йодида калия, растворенные в 100 мл дистиллированной воды) в течение 2 мин. [49]. При изучении хлоропластов можно использовать однопроцентный раствор AgNO_3 [32].

Подготовленные в соответствии с вышеуказанными процедурами препараты следует просматривать с использованием объектива 20 или 40 микроскопа и с помощью соответствующих режимов цифровой видеокамеры. Объектами изучения являются устьица (пара замыкающих клеток) и хлоропласты. Объекты изучаются перемещением предметного столика микроскопа челночным способом. Изучение следует принципу «здесь и сейчас», временные препараты не подлежат хранению, но для дальнейшего использования их можно перевести в постоянные препараты. Для определения плотности устьиц необходимо и достаточно изучить 3–5 микроскопических полей на лист [21, 31]. Для определения количества хлоропластов на устьице, длины и ширины замыкающей клетки необходимо и достаточно провести от 4 до 15 измерений на лист, или собрать информации по 300–600 устьицам для каждого генотипа [34]. Производится подсчет количества хлоропластов на 1 устьице, расчет плотности устьиц в микроскопическом поле, измерение длины и ширины замыкающих клеток [38, 42].

Изучение объектов можно производить на репрезентативных фотографиях. Удачные изображения подлежат захвату и сохранению в памяти компьютера. Для анализа плотности устьиц, количества хлоропластов на устьице, длины и ширины замыкающей клетки на фотографиях необходимо сфотографировать до

5 рандомизированно отобранных микроскопических полей на лист [21].

Контрольными вариантами для гибридов винограда являются параметры устьиц и хлоропластов исходных форм с установленным диплоидным набором хромосом $2n = 2x = 38$.

По предварительным данным у растений вида *Vitis vinifera*:

– для диплоидов винограда длина замыкающей клетки 22–28 мкм, ширина замыкающей клетки 18–19 мкм [19];

– для тетраплоидов винограда длина замыкающей клетки 34–37 мкм, ширина замыкающей клетки 25–27 мкм [19];

– плотность устьиц диплоидов 175–187/мм², тетраплоидов 152–161/мм² [19, 21].

Параметры устьиц и хлоропластов у других видов винограда, а также у межвидовых сортов могут значительно отличаться от параметров растений вида *Vitis vinifera*. Кроме того, морфология эпидермиса листа во многом зависит от экологических условий.

Для получения достоверных результатов необходимо получить по соответствующим выборкам средние значения количества хлоропластов в расчете на одно устьице и на площадь замыкающей ячейки, длины и ширины замыкающих клеток, плотности устьиц. Плотность устьиц следует оценивать путем подсчета количества устьиц на микрополе (например, площадью 203×152 мкм при 40-кратном увеличении). Эти значения затем необходимо преобразовать в показатели «устьица на мкм²» и «устьица на мм²». Статистическую оценку результатов желательно представить в виде стандартных отклонений. Для исследования зависимостей надо рассчитать коэффициенты парной корреляции между количеством хлоропластов на устьице, плотностью устьиц, размером устьиц и уровнем плоидности. Подлежат проверке рабочие гипотезы о предполагаемой положительной корреляции между плоидностью и количеством хлоропластов на устьице или на замыкающую клетку, между плоидностью и размером устьиц; а также об отрицательной корреляции между плоидностью и плотностью устьиц.

Последовательность прямого метода анализа плоидности винограда. Прямые методы анализа следует использовать для точной идентификации уровня плоидности предварительно отобранного ограниченного набора растительных объектов. Исходя из анализа опубликованных методик и собственных наблюдений, рекомендуется следующая последовательность простейшего прямого метода анализа плоидности винограда.

В качестве исходного материала лучше всего использовать растения *in vitro*, пророщенные черенки *in situ* в меньшей степени годятся для данной методики вследствие более низкого митотического индекса. Необходимо и достаточно рандомизированно отобрать по 5 растений каждого генотипа независимо от того, размножены ли они микрочеренкованием или выращены из семян, высеянных *in vitro* [32]. Предпочтительнее использовать корешки длиной 5–10 мм, чем верхушки побегов, по причинам более результа-

тивной работы с образцами, точной идентификации точек роста и большого количества делящихся клеток [50]. Начинать работу лучше всего с утра.

Для фиксации необходимо поместить образцы в соответствующий фиксатор, выдержать 30 мин., затем промыть их дистиллированной водой или поместить в воду на 20 мин.

Для гидролиза следует поместить образцы в раствор 1N HCl, выдержать 7 мин. при 60°C, затем промыть их дистиллированной водой или поместить в воду на 20 мин.

Для окрашивания надо поместить образцы в раствор ацетокармина, выдержать 1,5 часа.

Подготовленные в соответствии с вышеуказанной процедурой препараты следует просматривать с использованием объектива 100 микроскопа и с помощью соответствующих режимов цифровой видеокамеры. Объектами изучения являются метафазные клетки и хромосомы. Объекты изучаются перемещением предметного столика микроскопа челночным способом. Изучение следует принципу «здесь и сейчас», временные препараты не подлежат хранению, но для дальнейшего использования их можно перевести в постоянные препараты. Для подсчета хромосом необходимо и достаточно исследовать минимум по 3 корня в каждом проростке, минимум по 5 метафаз на корень, или собрать информации более чем на 50 метафазных клеток для каждого генотипа [19].

Изучение объектов можно производить на репрезентативных фотографиях. Удачные изображения подлежат захвату и сохранению в памяти компьютера. Для подсчета хромосом на фотографиях необходимо сфотографировать по 5 микроскопических полей из 3 рандомизированно отобранных корешков [21].

Контрольными вариантами для гибридов, клонов и сортов винограда являются параметры пloidности исходных форм или распространенных сортов.

По общепринятым данным у растений рода *Vitis*:

– диплоидный набор хромосом у растений подрода *Euvinis* $2n = 2x = 38$;

– диплоидный набор хромосом у растений подрода *Muscadinia* (*Vitis rotundifolia* и т.п.) $2n = 2x = 40$;

– триплоидный набор хромосом у растений рода *Vitis* $2n = 3x = 57$;

– тетраплоидный набор хромосом у растений рода *Vitis* $2n = 4x = 76$;

– гаплоидный набор хромосом у растений рода *Vitis* $2n = x = 19$.

Для получения достоверных результатов необходимо получить по соответствующим выборкам средние значения количества хромосом в расчете на одну метафазную клетку. Статистическую оценку результатов желательно представить в виде стандартных отклонений.

Выводы

Анализ научно-исследовательских работ в области изучения пloidности растений позволяет заключить, что наиболее успешными можно считать исследования комплексные, основанные на использовании нескольких концепций, прямых и косвенных методов изучения геномов. Косвенные методы анализа следует

использовать для массового скрининга исходной выборки, прямые методы – для точной идентификации уровня пloidности отобранных растений. Несмотря на незавершенный поиск причин соответствия параметров устьиц размеру генома, изучение морфологических особенностей эпидермиса листьев может быть использовано в селекционных программах создания виноградных полиплоидов. Это исследование дает рациональное обоснование дальнейшей работы по анализу как цитогенетических, так и морфологических особенностей полиплоидных растений винограда.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках Государственного задания Минобрнауки России № 0561-2019-0001.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0561-2019-0001.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Топалэ Ш.Г. Цитологические исследования местных сортов и спонтанно возникших тетраплоидных форм винограда Крыма. «Магарач». Виноградарство и виноделие». 2015;3:58–59.
2. Топалэ Ш. Кариология, полиплоидия и отдаленная гибридизация винограда. Кишинев: Ботанический сад АНМ, НИВиВ. 2011:1–560.
3. Zecca G., Abbott J.R., Sun W.B., Spada A., Sala F., Grassi F. The timing and the mode of evolution of wild grapes (*Vitis*). Molecular Phylogenetics and Evolution, Salt Lake City. 2012; 62(2):736–747. doi: 10.1016/j.ympev.2011.11.015.
4. Pierozzi N.I. Karyotype and nor-banding of mitotic chromosomes of some *Vitis* L. species. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal. 2011:564–570. doi:10.1590/S0100-29452011000500077.
5. Pierozzi N.I., Moura M.F. Karyotype analysis in grapevines. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP. 2016;38(1):213–221. doi:10.1590/0100-2945-280/14.
6. Dhooghe E., Van Laere K., Eeckhaut T., Leus L., Van Huylenbroeck J. Mitotic chromosome doubling of plant tissues *in vitro*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2011;104:359–373. doi:10.1007/s11240-010-9786-5.
7. Sattler M.C., Carvalho C.R., Clarindo W.R. The polyploidy and its key role in plant breeding. Planta. 2016;243:281–296. doi:10.1007/s00425-015-2450-x.
8. Wang X., Cheng Z.-M., Zhi S., Xu F. Breeding triploid plants: a review. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. 2016;52(2):41–54. doi: 10.17221/151/2015-CJGPB.
9. Yamada M., Sato A. Advances in table grape breeding in Japan. Breeding Science. 2016;66(1): 34–45. doi: 10.1270/jsbbs.66.34.
10. Ji W., Li G. R., Luo Y. X., Ma X. H., Wang M., Ren R. *In vitro* embryo rescue culture of F1 progenies from crosses between different ploidy grapes. Genetics and Molecular Research. 2015;14 (4):18616–18622. doi: 10.4238/2015. December.28.10.
11. Liang Z., Sang M., Ma A., Zhao S., Zhong G., Li S. Inheritance of sugar and acid contents in the ripe berries of a tetraploid × diploid grape cross population. Euphytica. 2011;182:251–259. doi: 10.1007/s10681-011-0487-x.
12. Sun L., Zhang G., Yan A., Xu H. The study of triploid progenies crossed between different ploidy grapes. African Journal of Biotechnology. 2011;10(32):5967–5971. doi:

- 10.5897/AJB10.1850.
13. Shiraishi M., Fujishima H., Chijiwa H., Muramoto K. Estimates of genotypic and yearly variations on fruit quality and functional traits for tetraploid table grape breeding. *Euphytica*. 2012;185:243–251. doi:10.1007/s10681-011-0562-3.
14. Touchell D.H., Palmer I.E., Ranney T.G. *In vitro* ploidy manipulation for crop improvement. *Frontiers in Plant Sciences*. 03 June 2020. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00722>.
15. Manzoor A., Ahmad T., Bashir M.A., Hafiz I.A., Silvestri C. Studies on colchicine induced chromosome doubling for enhancement of quality traits in ornamental plants. *Plants (Basel)*. 2019;8(7):194. Published 2019 Jun 28. doi:10.3390/plants8070194.
16. Özalp Z. O., Ergönül O. Polyploidy studies in viticulture. *Trakya University Journal of Natural Sciences*. 2013;14(2):103–107.
17. Zhang B., Li L., Yang G., Gao Q. Study on tetraploid induction of Jingxiu grape. *Journal of Northeast Agricultural University*. 2011;7:91–97.
18. Kara Z., Sabir A., Yazar K., Doğan O., Şit M. M. Effects of colchicine treatments on some grape rootstock and grape varieties at cotyledon stage. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*. 2018;32(3):424–429. doi:10.15316/SJAFS.2018.117.
19. Yang X. M., Cao Z. Y., An L. Z., Wang Y. M., Fang X. W. *In vitro* tetraploid induction via colchicine treatment from diploid somatic embryos in grapevine (*Vitis vinifera* L.) *Euphytica*. 2006;152:217–224. doi:10.1007/s10681-006-9203-7.
20. Xie X., Agüero C. B., Wang Y., Walker M.A. *In vitro* induction of tetraploids in *Vitis* × *Muscadinia* hybrids. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2015;122:675–683. doi:10.1007/s11240-015-0801-8.
21. Sinski I., Dal Bosco D., Pierozzi N.I., Maia J.D.G., Ritschel P.S., Quecini V. Improving *in vitro* induction of autopolyploidy in grapevine seedless cultivars. *Euphytica*. 2014;196(2):299–311. doi:10.1007/s10681-013-1034-8.
22. Зленко В.А., Лиховской В.В., Волынкин В.А., Васылык И.А., Долгов С.В. Оптимизация методологии получения полиплоидных растений из почек винограда в культуре тканей *in vitro* // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2017;1:3–5.
23. Кулиев В.М. Генетические методы автополиплоидии у винограда // Научный журнал КубГАУ, 2010;61(07): <http://ej.kubagro.ru/2010/07/pdf/25.pdf>.
24. Kuliev V.M. Induced autotetraploid grape mutants. *Cytology and Genetics*. 2011;45(3):163–163. doi: 10.3103/S0095452711030054.
25. Notsuka K., Tsuru T., Shiraishi M. Induced polyploid grapes via *in vitro* chromosome doubling. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 2000;69(5):543–551. doi:10.2503/jjshs.69.543.
26. Kuliiev V.M. The study of polyploid mutant forms of grapes. *Cytology & Histology International Journal*. 2020;4(1):1–6.
27. Клименко В.П. Генетическая интерпретация клоновой селекции винограда. Магарач. Виноградарство и виноделие. 2019;21(4):282–288. doi: 10.35547/IM.2019.21.4.001.
28. Зленко В.А., Лиховской В.В., Волынкин В.А., Хватков П.А., Васылык И.А., Долгов С.В. Индукция соматического эмбриогенеза в культуре *in vitro* винограда (*Vitis vinifera* L.) отечественной и зарубежной селекции. *Биотехнология*. 2017;33(5):35–44. doi:10.215119/0234-2758-2017-33-5-35-44.
29. Зленко В.А., Клименко В.П., Павлова И.А., Лушай Е.А., Петухова А.В., Абдурашитова А.С., Лиховской В.В. Соматическая изменчивость растений винограда, регенерировавших из колхицинированных клеток суспензионных культур. «Магарач.» Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):190–195. doi:10.35547/IM.2020.22.3.001.
30. Acanda Y., Martinez O., Ganzalez M.U., Prado M.J., Rey M. Highly efficient *in vitro* tetraploid plant production via colchicine treatment using embryogenic suspension cultures in grapevine (*Vitis vinifera* cv. Mencia). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2015;123:547–555. doi: 10.1007/s11240-015-0259-3.
31. Padoan D., Mossad A., Chiancone B., Germana M. A., Khan P.S.S.V. Ploidy levels in *Citrus clementine* affects leaf morphology, stomatal density and water content. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*. 2013;25(4):283–290. doi: 10.1590/S2197-00252013000400006.
32. Sari N., Abak K., Pitrat M. Comparison of ploidy level screening methods in watermelon: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai. *Scientia Horticulturae*. 1999;82:265–277. doi: 10.1016/S0304-4238(99)00077-1.
33. Singh R. J. *Plant cytogenetics*. 2nd ed. Boca Raton London New York Washington, D.C.: CRC PRESS LLC. 2003:1–463. ISBN 0-8493-2388-6.
34. Sun Q., Sun H., Li L., Bell R.L. *In vitro* colchicine-induced polyploid plantlet production and regeneration from leaf explants of the diploid pear (*Pyrus communis* L.) cultivar, Fertility. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 2009;84(5):548–552 doi:10.1080/14620316.2009.11512564.
35. Tu H., Zhang A., Xiao W., Lin Y., Shi J., Wu Y., Wu Si., Zhong C., Mo S. Induction and identification of tetraploid *Hedychium coronarium* through thin cell layer culture // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2018;135:395–406. doi:10.1007/s11240-018-1472-z.
36. Soroka A.I. Differentiation of haploid and dihaploid rape plants at the cytological and morphological levels. *Cytology and Genetics*. 2013;47(2):88–92. doi: 10.3103/S0095452713020102.
37. Pierce S., Bottinelli A., Bassani I., Ceriani R.M., Cerabolini B.E.L. How well do seed production traits correlate with leaf traits, whole-plant traits and plant ecological strategies? *Plant Ecology*. 2014;215:1351–1359. doi: 10.1007/s11258-014-0392-1.
38. Лушай Е.А., Петухова А.В., Абдурашитова А.С. Оценка пloidности соматклонов винограда. Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;XLIX:50–53. doi:10.35547/7081.2020.57.12.001.
39. Монахос С.Г., Нгуен М.Л., Безбожная А.В., Монахос Г.Ф. Связь пloidности с числом хлоропластов в замыкающих клетках устьиц у диплоидных и амфидиплоидных видов *Brassica* // *Сельскохозяйственная биология*. 2014;5:44–54. doi: 10.15389/agrobiol.2014.5.44rus.
40. Yuan S., Liu Y., Fang Z., Yang L., Zhuang M., Zhang Y., Sun P. Study on the relationship between the ploidy level of microspore-derived plants and the number of chloroplast in stomatal guard cells in *Brassica oleracea*. *Agricultural Sciences in China*. 2009;8(8):939–946. doi: 10.1016/S1671-2927(08)60298-9.
41. Lawson T., Blatt M.R. Stomatal size, speed, and responsiveness impact on photosynthesis and water use efficiency. *Plant Physiology*. 2014;164(4):1556–1570. doi:10.1104/pp.114.237107.
42. Klimenko V., Lushchay E., Zlenko V. Polyploidy in tissues of plants *in vitro* of grape somaclones. BIO Web of Conferences. International Scientific Conference “Biologization of the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture”. 2021;34:03002. doi:10.1051/bioconf/20213403002.
43. Hodgson J.G., Sharafi M., Jalili A., Díaz S., Montserrat-Martí G., Palmer C., et al. Stomatal vs. genome size in angiosperms: the somatic tail wagging the genomic dog? *Annals of Botany*. 2010;105:573–584. doi:10.1093/aob/mcq011.
44. Pierce S., Brusa G., Vagge I., Cerabolini B.E.L. Allocating CSR plant functional types: the use of leaf economics and size traits to classify woody and herbaceous vas-

- cular plants. *Functional Ecology*. 2013;27:1002–1010. doi:10.1111/1365-2435.12095.
45. Zhu J., Yu Q., Xu C., Li J., Qin G. Rapid estimation of stomatal density and stomatal area of plant leaves based on object-oriented classification and its ecological trade-off strategy analysis. *Forests*. 2018;616(9):1–18. doi:10.3390/f9100616.
 46. Klein T. The variability of stomatal sensitivity to leaf water potential across tree species indicates a continuum between isohydric and anisohydric behaviours. *Functional Ecology*. 2014;28:1313–1320. doi:10.1111/1365-2435.12289.
 47. Rogiers S.Y., Hardie W.J., Smith J.P. Stomatal density of grapevine leaves (*Vitis vinifera* L.) responds to soil temperature and atmospheric carbon dioxide. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2011;17(2):147–152. doi:10.1111/j.1755-0238.2011.00124.x.
 48. Sha Valli Khan P.S., Sunitibala D.H., Kishore R.K., Rao B.N. Micropropagation and some acclimatization characteristics of *Centella asiatica* Linn. Urban. *Indian Journal of Plant Physiology*. 2009;14:353–359.
 49. Thomas T.D., Bhatnagar A.K., Bhojwani S.S. Production of triploid plants of mulberry (*Morus alba* L.) by endosperm culture. *Plant Cell Reports*. 2000;19(4):395–399. doi:10.1007/s002990050746.
 50. Klimenko V.P. Pathological mitosis and mixoploidy in the meristematic tissues of grape plant. *Russian Journal of Developmental Biology*. 2019;50(2):31–38. doi:10.1134/S1062360419020024.
- ### References
1. Topale S. G. Cytological studies of local varieties and spontaneous tetraploid forms of Crimean grapevine. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;3:58–59 (*in Russian*).
 2. Topale Sh.G. Caryology, polyploidy and remote grape hybridization. Chisinau: Botanical Garden of the ASM. 2011:1–560 (*in Russian*).
 3. Zecca G., Abbott J.R., Sun W.B., Spada A., Sala F., Grassi F. The timing and the mode of evolution of wild grapes (*Vitis*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, Salt Lake City. 2012; 62(2):736–747. doi:10.1016/j.ympev.2011.11.015.
 4. Pierozzi N.I. Karyotype and nor-banding of mitotic chromosomes of some *Vitis* L. species. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*. 2011:564–570. doi:10.1590/S0100-29452011000500077.
 5. Pierozzi N.I., Moura M.F. Karyotype analysis in grapevines. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP*. 2016;38(1):213–221. doi:10.1590/0100-2945-280/14.
 6. Dhooghe E., Van Laere K., Eeckhaut T., Leus L., Van Huylenbroeck J. Mitotic chromosome doubling of plant tissues *in vitro*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2011;104:359–373. doi:10.1007/s11240-010-9786-5.
 7. Sattler M.C., Carvalho C.R., Clarindo W.R. The polyploidy and its key role in plant breeding. *Planta*. 2016;243:281–296. doi:10.1007/s00425-015-2450-x.
 8. Wang X., Cheng Z.-M., Zhi S., Xu F. Breeding triploid plants: a review. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2016;52(2):41–54. doi:10.17221/151/2015-CJGPB.
 9. Yamada M., Sato A. Advances in table grape breeding in Japan. *Breeding Science*. 2016;66(1): 34–45. doi:10.1270/jsbbs.66.34.
 10. Ji W., Li G. R., Luo Y. X., Ma X. H., Wang M., Ren R. *In vitro* embryo rescue culture of F1 progenies from crosses between different ploidy grapes. *Genetics and Molecular Research*. 2015;14 (4):18616–18622. doi:10.4238/2015. December.28.10.
 11. Liang Z., Sang M., Ma A., Zhao S., Zhong G., Li S. Inheritance of sugar and acid contents in the ripe berries of a tetraploid × diploid grape cross population. *Euphytica*. 2011;182:251–259. doi:10.1007/s10681-011-0487-x.
 12. Sun L., Zhang G., Yan A., Xu H. The study of triploid progenies crossed between different ploidy grapes. *African Journal of Biotechnology*. 2011;10(32):5967–5971. doi:10.5897/AJB10.1850.
 13. Shiraishi M., Fujishima H., Chijiwa H., Muramoto K. Estimates of genotypic and yearly variations on fruit quality and functional traits for tetraploid table grape breeding. *Euphytica*. 2012;185:243–251. doi:10.1007/s10681-011-0562-3.
 14. Touchell D.H., Palmer I.E., Ranney T.G. *In vitro* ploidy manipulation for crop improvement. *Frontiers in Plant Sciences*. 03 June 2020. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00722>.
 15. Manzoor A., Ahmad T., Bashir M.A., Hafiz I.A., Silvestri C. Studies on colchicine induced chromosome doubling for enhancement of quality traits in ornamental plants. *Plants (Basel)*. 2019;8(7):194. Published 2019 Jun 28. doi:10.3390/plants8070194.
 16. Özalp Z. O., Ergönül O. Polyploidy studies in viticulture. *Trakya University Journal of Natural Sciences*. 2013;14(2):103–107.
 17. Zhang B., Li L., Yang G., Gao Q. Study on tetraploid induction of Jingxiu grape. *Journal of Northeast Agricultural University*. 2011;7:91–97.
 18. Kara Z., Sabir A., Yazar K., Doğan O., Şit M. M. Effects of colchicine treatments on some grape rootstock and grape varieties at cotyledon stage. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*. 2018;32(3):424–429. doi:10.15316/SJAFS.2018.117.
 19. Yang X. M., Cao Z. Y., An L. Z., Wang Y. M., Fang X. W. *In vitro* tetraploid induction via colchicine treatment from diploid somatic embryos in grapevine (*Vitis vinifera* L.) *Euphytica*. 2006;152:217–224. doi:10.1007/s10681-006-9203-7.
 20. Xie X., Agüero C. B., Wang Y., Walker M.A. *In vitro* induction of tetraploids in *Vitis* × *Muscadinia* hybrids. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2015;122:675–683. doi:10.1007/s11240-015-0801-8.
 21. Sinski I., Dal Bosco D., Pierozzi N.I., Maia J.D.G., Ritschel P.S., Quecini V. Improving *in vitro* induction of autopolyploidy in grapevine seedless cultivars. *Euphytica*. 2014;196(2):299–311. doi:10.1007/s10681-013-1034-8.
 22. Zlenko V.A., Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Vasylyk I.A., Dolgov S.V. Methodology optimization for obtaining polyploid grape plants from buds in tissue culture *in vitro*. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2017;1:3–5 (*in Russian*).
 23. Kuliev V.M. Genetic methods of autopolyploidy of grapes. *Scientific Journal KubSAU*. 2010; 61(07): <http://ej.kubagro.ru/2010/07/pdf/25.pdf> (*in Russian*).
 24. Kuliev V.M. Induced autotetraploid grape mutants. *Cytology and Genetics*. 2011;45(3):163–163. doi:10.3103/S0095452711030054.
 25. Notsuka K., Tsuru T., Shiraishi M. Induced polyploid grapes via *in vitro* chromosome doubling. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 2000;69(5):543–551. doi:10.2503/jjshs.69.543.
 26. Kuliyev V.M. The study of polyploid mutant forms of grapes. *Cytology & Histology International Journal*. 2020;4(1):1–6.
 27. Klimenko V.P. Genetic interpretation of clone selection of grapes. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(4):282–288. doi:10.35547/iM.2019.21.4.001 (*in Russian*).
 28. Zlenko V.A., Likhovskoy V.V., Volynkin V.A., Khvatkov P.A., Vasylyk I.A., Dolgov S.V. Induction of *in vitro* somatic embryogenesis in grapes (*Vitis vinifera* L.) of domestic and foreign breeding. *Biotechnology*. 2017;33(5):35–44. doi:10.21519/0234-2758-2017-33-5-35-44 (*in Russian*).
 29. Zlenko V.A., Klimenko V.P., Pavlova I.A., Lushchay E.A., Petyhova A.V., Abdurashitova A.S., Likhovskoi V.V. Somaclonal variation of grape plants regenerated from colchicinated cells of suspension cultures. *Magarach.*

- Viticulture and Winemaking. 2020;22(3):190–195. doi: 10.35547/IM.2020.22.3.001 (in Russian).
30. Acanda Y., Martinez O., Ganzalez M.U., Prado M.J., Rey M. Highly efficient *in vitro* tetraploid plant production via colchicine treatment using embryogenic suspension cultures in grapevine (*Vitis vinifera* cv. Mencia). Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2015;123:547–555. doi: 10.1007/s11240-015-0259-3.
31. Padoan D., Mossad A, Chiancone B., Germana M. A., Khan P.S.S.V. Ploidy levels in *Citrus clementine* affects leaf morphology, stomatal density and water content. Theoretical and Experimental Plant Physiology. 2013;25(4):283–290. doi: 10.1590/S2197-00252013000400006.
32. Sari N., Abak K., Pitrat M. Comparison of ploidy level screening methods in watermelon: *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai. Scientia Horticulturae. 1999;82:265–277. doi: 10.1016/S0304-4238(99)00077-1.
33. Singh R. J. Plant cytogenetics. 2nd ed. Boca Raton London New York Washington, D.C.: CRC PRESS LLC. 2003:1–463. ISBN 0-8493-2388-6.
34. Sun Q., Sun H., Li L., Bell R.L. *In vitro* colchicine-induced polyploid plantlet production and regeneration from leaf explants of the diploid pear (*Pyrus communis* L.) cultivar, Fertility. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 2009;84(5):548–552 doi:10.1080/14620316.2009.11512564.
35. Tu H., Zhang A., Xiao W., Lin Y., Shi J., Wu Y., Wu Si., Zhong C., Mo S. Induction and identification of tetraploid *Hedychium coronarium* through thin cell layer culture // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2018;135:395–406. doi:10.1007/s11240-018-1472-z.
36. Soroka A.I. Differentiation of haploid and dihaploid rape plants at the cytological and morphological levels. Cytology and Genetics. 2013;47(2):88–92. doi: 10.3103/S0095452713020102.
37. Pierce S., Bottinelli A., Bassani I., Ceriani R.M., Cerabolini B.E.L. How well do seed production traits correlate with leaf traits, whole-plant traits and plant ecological strategies? Plant Ecology. 2014;215:1351–1359. doi: 10.1007/s11258-014-0392-1.
38. Lushchay E.A., Petukhova A.V., Abdurashitova A.S. Evaluation of the ploidy of grape somaclones, Viticulture and Winemaking, Collection of Scientific Papers. 2020;XLIX:50–53. doi: 10.35547/7081.2020.57.12.001 (in Russian).
39. Monakhos S.G., Nguen M.L., Bezbozhnaya A.V., Monakhos G.F. A relationship between ploidy level and the number of chloroplasts in stomatal guard cells in diploid and amphidiploid *Brassica* species. Agrobiologia. 2014;5:44–54. doi: 10.15389/agrobiologia.2014.5.44rus (in Russian).
40. Yuan S., Liu Y., Fang Z., Yang L., Zhuang M., Zhang Y., Sun P. Study on the relationship between the ploidy level of microspore-derived plants and the number of chloroplast in stomatal guard cells in *Brassica oleracea*. Agricultural Sciences in China. 2009;8(8):939–946. doi: 10.1016/S1671-2927(08)60298-9.
41. Lawson T., Blatt M.R. Stomatal size, speed, and responsiveness impact on photosynthesis and water use efficiency. Plant Physiology. 2014;164(4):1556–1570. doi:10.1104/pp.114.237107.
42. Klimenko V., Lushchay E., Zlenko V. Polyploidy in tissues of plants *in vitro* of grape somaclones. BIO Web of Conferences. International Scientific Conference “Biologization of the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture”. 2021;34:03002. doi:10.1051/bioconf/20213403002.
43. Hodgson J.G., Sharafi M., Jalili A., Díaz S., Montserrat-Martí G., Palmer C., et al. Stomatal vs. genome size in angiosperms: the somatic tail wagging the genomic dog? Annals of Botany. 2010;105:573–584. doi:10.1093/aob/mcq011.
44. Pierce S., Brusa G., Vagge I., Cerabolini B.E.L. Allocating CSR plant functional types: the use of leaf economics and size traits to classify woody and herbaceous vascular plants. Functional Ecology. 2013;27:1002–1010. doi:10.1111/1365-2435.12095.
45. Zhu J., Yu Q., Xu C., Li J., Qin G. Rapid estimation of stomatal density and stomatal area of plant leaves based on object-oriented classification and its ecological trade-off strategy analysis. Forests. 2018;616(9):1–18. doi:10.3390/f9100616.
46. Klein T. The variability of stomatal sensitivity to leaf water potential across tree species indicates a continuum between isohydric and anisohydric behaviours. Functional Ecology. 2014;28:1313–1320. doi:10.1111/1365-2435.12289.
47. Rogiers S.Y., Hardie W.J., Smith J.P. Stomatal density of grapevine leaves (*Vitis vinifera* L.) responds to soil temperature and atmospheric carbon dioxide. Australian Journal of Grape and Wine Research. 2011;17(2):147–152. doi: 10.1111/j.1755-0238.2011.00124.x.
48. Sha Valli Khan P.S., Sunitibala D.H., Kishore R.K., Rao B.N. Micropropagation and some acclimatization characteristics of *Centella asiatica* Linn. Urban. Indian Journal of Plant Physiology. 2009;14:353–359.
49. Thomas T.D., Bhatnagar A.K., Bhojwani S.S. Production of triploid plants of mulberry (*Morus alba* L.) by endosperm culture. Plant Cell Reports. 2000;19(4):395–399. doi: 10.1007/s002990050746.
50. Klimenko V.P. Pathological mitosis and mixoploidy in the meristematic tissues of grape plant. Russian Journal of Developmental Biology. 2019;50(2):31–38. doi: 10.1134/S1062360419020024.

Информация об авторах

Виктор Павлович Клименко, д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мэйл: vikklim@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7452-0776>;

Екатерина Александровна Лушай, мл. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мэйл: ekaterina.lushai@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5695-5936>;

Анифе Смаиловна Абдурашитова, мл. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мэйл: abdurashitova97@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2419-6477>.

Information about authors

Victor P. Klimenko, Dr. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Genetics, Biotechnology of Grape Breeding and Reproduction; e-mail: vikklim@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7452-0776>;

Ekaterina A. Lushchay, Junior Staff Scientist of the Laboratory of Genetics, Biotechnology of Grape Breeding and Reproduction; e-mail: ekaterina.lushai@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5695-5936>;

Anife S. Abdurashitova, Junior Staff Scientist of the Laboratory of Genetics, Biotechnology of Grape Breeding and Reproduction; e-mail: abdurashitova97@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2419-6477>.

Статья поступила в редакцию 25.10.2021 г., одобрена после рецензии 6.11.2021 г., принята к публикации 19.11.2021 г.

Оценка уровня аллельного полиморфизма SSR-маркеров и генетических дистанций некоторых сортов винограда Юга России разных эколого-географических групп

Рисованная В.И.¹, Гориславец С.М.¹, Dr. François Lefort²

¹Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31.

²Institut Terre-Nature-Environnement (inTNE) Plantes et pathogènes, 150 route de Presinge, 1254 Jussy, Suisse

Аннотация. Представлены результаты оценки генетического разнообразия 24 местных сортов юга России, поддерживаемых на ампелографической коллекции ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач». ДНК-типирование сортов и оценка аллельного разнообразия выполнено с использованием 9 ядерных (nSSR) и 3 хлоропластных (cpSSR) микросателлитных локусов. Уровень полиморфизма nSSR локусов составил 100 %. Всего было идентифицировано 73 аллеля, в среднем 9.1 аллеля / локус. Минимальное количество аллелей идентифицировано в локусах *ssrVrZAG64* и *ssrZag83*. Наибольшее количество аллелей выявлено в локусе *ssrVvUCH29* (13 аллелей), диапазон размера которых составил 203 п.н. – 309 п.н. В результате анализа полиморфизма cpSSR-локусов идентифицировано 4 хлоротипа: А, В, С, D. Наиболее распространен в группе изученных сортов хлоротип D (58 %). В статье обсуждается происхождение сортов на основе анализа их гаплотипов. По результатами анализа аллельного полиморфизма nSSR-локусов рассчитана матрица генетических дистанций, значения которой находились в диапазоне 0,33–0,94, построена дендрограмма, отражающая взаимоотношения между образцами. По степени генетического сходства выделились 3 основных кластера, в которых наблюдалась дифференциация или тенденция к дифференциации по эколого-географическим группам.

Ключевые слова: виноград; *Vitis vinifera*; микросателлитные локусы; эколого-географические группы.

Для цитирования: Рисованная В.И., Гориславец С.М., François L. Оценка уровня аллельного полиморфизма SSR-маркеров и генетических дистанций некоторых сортов винограда Юга России разных эколого-географических групп // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4):330-335. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.004

Assessment of the level of allelic polymorphism of SSR markers and genetic distances of some grape varieties of the South of Russia of different ecological-geographical groups

Risovannaya V.I.¹, Goryslavets S.M.¹, Dr. François Lefort²

¹All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

²Institut Terre-Nature-Environnement (inTNE) Plantes et pathogènes, 150 route de Presinge, 1254 Jussy, Suisse

Abstract. The assessment results of genetic diversity of 24 local varieties of the South of Russia, maintained in the ampelographic collection of the FSBSI Institute Magarach are presented. DNA typing of cultivars and assessment of allelic diversity was performed using 9 nuclear (nSSR) and 3 chloroplast (cpSSR) microsatellite loci. The level of polymorphism of nSSR loci was 100%. A total of 73 alleles were identified with an average of 9.1 alleles per locus. The minimal number of alleles was observed in the *ssrVrZAG64* and *ssrZag83* loci. The biggest number of alleles was found in the *ssrVvUCH29* locus (13 alleles), the size range of which was 203 bp-309 bp. As a result of polymorphism analysis of cpSSR loci, 4 chlorotypes were identified: A, B, C, D. Chlorotype D is the most widespread in the group of the studied cultivars (58%). The article discusses the origin of varieties based on the analysis of their haplotypes. Based on the results of the analysis of allelic polymorphism of nSSR loci, a matrix of genetic distances was calculated, the values of which were in the range of 0.33-0.94, and a dendrogram, reflecting the relationship between the samples, was constructed. According to the degree of genetic similarity, 3 main clusters were distinguished, in which differentiation or a tendency towards differentiation by ecological-geographical groups was observed.

Key words: grapes; *Vitis vinifera*; microsatellite loci; ecological-geographical groups.

For citation: Risovannaya V.I., Goryslavets S.M., Lefort F. Assessment of the level of allelic polymorphism of SSR markers and genetic distances of some grape varieties of the South of Russia of different ecological-geographical groups. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(4):330-335 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.004

Введение

Аборигенные сорта винограда, произрастающие в разных регионах, представляют большую ценность как национальный генофонд. Среди аборигенных сортов важное значение имеют сорта, произрастающие на юге материковой части России (Дагестан, Дон) [1].

Большая часть сортов, включённых в исследование, относится к восточно-кавказской подгруппе эколого-географической группы бассейна Черного моря *V. vinifera* *convar. pontica* Negr. *subconvar. ostcaucasica* Al. [2, 3]. Многие аборигенные сорта представляют значительную ценность не только для возделывания и приготовления высококачественных вин, но и для использования в селекционной работе. Так, например,

использование в селекционных программах сортов Цимлянский черный, Плечистик, Сибирьковский, Пухляковский, Брусковатенький позволили получить 33 новых селекционных сорта. Сорт Пухляковский был использован в гибридизации в качестве материнской формы при выведении 14 сортов винограда. При свободном опылении сорта Пухляковский получено 5 сортов [1, 3, 4].

Появление молекулярных маркеров позволило получить новые экспериментальные данные для уточнения вопросов происхождения и генетических взаимоотношений между сортами [5, 6]. SSR-маркеры, использованные в нашем исследовании, являются одной из наиболее эффективных ДНК-маркерных систем, используемых в селекции и генетике для генотипирования, оценки уровня полиморфизма и изучения генетического разнообразия коллекций сортов винограда [7–9]. Изучение российских аборигенных сортов, произрастающих на национальной ампелографической коллекции Института «Магарач», позволит не только оценить генетическое разнообразие, дистанции между сортами, но также выявить синонимы и омонимы, и создать банк данных ДНК-фингерпринтов для изучения и сохранения генетического разнообразия коллекции зародышевой плазмы Института «Магарач», возможного использования в селекционных программах и для получения чистосортной продукции.

Цель данного исследования – генотипирование и изучение генетического разнообразия аборигенных сортов винограда Юга России, поддерживаемых в коллекции зародышевой плазмы Института «Магарач», с использованием технологий ДНК-маркирования.

Материалы и методы исследований

В исследование включена группа из 24 российских аборигенных сортов винограда, в основном технического направления использования, произрастающих на национальной ампелографической коллекции ФГБУН «ВНИИВиВ "Магарач" РАН». Большая часть российских аборигенных сортов включена в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию» по Северо-Кавказскому региону РФ (<https://reestr.gossortrf.ru>); клоны этих сортов зарегистрированы в ФГУ «Государственная комиссия по испытанию и охране селекционных достижений» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [3]. Краткая характеристика сортов представлена в табл. 1.

Геномная ДНК экстрагирована из тканей молодого листа в соответствии с методикой [10]. SSR-ПЦР выполнена с использованием 9 ядерных (nSSR) (*ssrVVS2*, *ssrVrZAG21*, *ssrVrZAG47*, *ssrVrZAG62*, *ssrVrZAG64*, *ssrVrZAG79*, *ssrVrZAG83*, *ssrVvUCH11*, *ssrVvUCH29*) и 3 хлоропластных (cpSSR) (*ccmp 3*, *ccmp 5*, *ccmp 10*) микросателлитных локусов [11–13]. ПЦР выполнена на амплификаторе Gradient Mastercycler (Eppendorf, Германия). Реакционная смесь общим объемом 20 мкл включала: 1 мкМ каждого праймера, 100 мкМ каждого dNTP, 1,5 мМ MgCl₂ в буфере, 75 мМ Трис-HCl (pH 9,0), 50 мМ KCl, 20 мМ (NH₄)₂SO₄, 0,5 единицы Taq-полимеразы и 50 нг ДНК-матрицы.

SSR-маркеры были объединены с учетом диапазонов размеров амплифицируемых фрагментов по каждому локусу, согласно температуре отжига пар праймеров; в одном наборе использовали различные флуоресцентные красители. Для всех локусов применяли стандартный протокол амплификации с температурой отжига для всех праймеров 50 °С, за исключением *ssrVrZAG64*, температура отжига которого была 58 °С. В качестве контроля размеров амплифицированных фрагментов были использованы референсные генотипы Шардоне и Каберне-Совиньон. Анализ ПЦР-продуктов выполнен на ABI Prism 3130 (Applied Biosystems) и ALFExpress 2 DNA Sequencer (American Biosciences). Размеры фрагментов определены с помощью программы GeneMapper (v.4) Полиморфизм микросателлитных локусов и генетическое разнообразие рассчитано с использованием программы Popgene (v. 1.32). Генетические дистанции и построение на их основе дендрограммы выполнено с использованием программы DARwin (v.6.0.11).

Обсуждение результатов

В результате фрагментного анализа были получены микросателлитные профили 24 российских аборигенных сортов винограда по 9 nSSR-локусам. Всего идентифицировано 73 аллеля, в среднем 9.1 аллеля/локус. Этот показатель выше средних показателей в выборке дагестанских сортов (7.3 аллеля/локус) [4], проанализированных по 6 SSR-локусам [6] или выборке турецких сортов (7.9 аллеля/локус) [9]. Минимальное количество аллелей идентифицировано в локусах *ssrVrZAG64* (5 аллелей) и *ssrZag83* (4 аллеля) (табл.2). В локусе *ssrVvUCH29* выявлено наибольшее количество аллелей (13 аллелей), диапазон размера которых составил 203–309 п.н. Наиболее часто встречались сорта, в генотипах которых идентифицирован аллель 209 п.н. Ожидаемая гетерозиготность (*He*) составила 0.80. Средняя гетерозиготность (*Ave He*) – 0.78, которая варьировала в диапазоне от 0.6597 (*ssrVrZAG83*) до 0.8559 (*ssrVvUCH29*). Среднее значение фактической гетерозиготности (0.8008) совпадало с ожидаемой (0,8009), т.е. отклонение от равновесия по Харди-Вайнбергу не наблюдалось. Эффективное число аллелей (*Ne*) является мерой генетического разнообразия (Kimura, 1964). Среднее значение *Ne* – 4,91; максимальное – 6,94 (*ssrVvUCH29*); минимальное – 2,94 (*ssrVrZAG83*) (табл. 2).

Уровень полиморфизма локусов составил 100 %. Наиболее часто встречались сорта, в генотипах которых идентифицированы аллели локусов *VVS2*₁₄₄, *ssrVrZAG21*₁₉₀, *ssrVrZAG47*₁₇₂, *ssrVrZAG62*₁₉₅, *ssrVrZAG64*₁₄₃, *ssrVrZAG79*₂₅₀, *ssrVrZAG83*₁₉₄, *ssrVvUCH11*₂₄₂, *UCH29*₂₀₉. Сравнительный анализ микросателлитных профилей ДНК изученных сортов позволил установить, что все сорта имеют уникальные профили, синонимов и омонимов не выявлено.

По результатам полученных микросателлитных профилей по 9 nSSR была рассчитана матрица генетических дистанций, значения которой находились в диапазоне 0.39–0.94. Наибольшая генетическая дистанция выявлена между сортами Красностоп золотовский – Агадаи. Близкая к максимальной дистанция

Таблица 1. Краткая характеристика сортов, включенных в исследование
Table 1. Brief characteristics of varieties included in the study

Сорт	Синонимы	Цвет ягод ¹	Напр. исп. ²	Эколого-географическая группа
Агадаи	Дербент цибил	W	T	<i>convar orientalis</i>
Аг изюм	Астраханский скороспелый, Каттак изюм, Тонкокорый	W	T	<i>convar orientalis</i>
Алый терский	Алый, Алый станичный, Джадуцибил, Кара бар, Местный алый, Чеерцибил, Чееребцибил	B	W	<i>convar pontica</i>
Асыл кара	Венгерка черная, Кизляри, Кизлярский черный, Местный черный, Прасковейский чер.	B	W	<i>convar pontica</i>
Буланый	Ясный, Кубышечный, Кормилец	B	TW	<i>convar orientalis</i>
Бурый	Астраханский красный, Силоградский, Сыпун, Венгерез, Ядреника	B	T	<i>convar orientalis</i>
Варюшкин		B	W	<i>convar pontica</i>
Гюляби дагестанский	Ал-изюм, Баар-цибил, Боз-изюм, Догерек кизил, Марджени, Махбер-баарцинаб-цибил	R	TW	<i>convar pontica</i>
Кайтаги	Амшала, Баарцибил, Гуляб, Халадан – Дагестан	WR	TW	<i>convar pontica</i>
Клинчатый	Зимний	B	T	<i>convar orientalis</i>
Красностоп золотовский	Красностоп, Черный винный	B	W	<i>convar pontica</i>
Кумшацкий белый	Белый крупный, Белый кумшацкий, Кумшацкий	W	WT	<i>convar pontica</i>
Лесной белый марагинский	Меше изюм	W	W	
Махбор-цибил	Махбарцибил («бархатный виноград»)	B	W	<i>convar pontica</i>
Махроватчик		W	W	<i>convar pontica</i>
Нарма	Онгу-юнка-узюм	W	WT	<i>convar orientalis</i>
Плечистик	Винный, Горюн, Летун, Осыпняк, Рогатая кисть, Черный винный	B	W	<i>convar pontica</i>
Пухляковский	Корна белая, Мажорка белая Кечкечечуфехер (Венгрия)	W	TW	<i>convar pontica</i>
Риш баба	Дамские пальчики, Дербент цибил, Ирше, Урудж баба, Эреш, Альван, Дербенди розовый, Гелимбармак, Кизылгелин бармак, Кизылузюм, Ховом	W	T	<i>convar orientalis</i>
Сибирьковский	Сибирек	W	W	<i>convar pontica</i>
Тыгыз	Миатлинский белый, Сыг изюм, Сыг-Нарма, Тыгызак	W	TW	
Шавроны		W	WT	<i>convar pontica</i>
Цикрах		B	W	
Цимлянский чёрный	Грушевый, Грушовый, Рогатая кисть, Хрупкая кисть, Черный винный.	B	W	<i>convar pontica</i>

Примечание: ¹Цвет ягоды: W – ягода неокрашенная (или светлоокрашенная); B – чёрная (тёмноокрашенная); R – насыщенно розовая (красная);

²Направление использования: W – технические сорта; T – столовые сорта; *convar orientalis* Negr. – эколого-географическая группа восточных сортов; *convar pontica* Negr. – эколого-географическая группа бассейна Черного моря.

(0.89) была для сортов Бурый – Красностоп золотовский; Плечистик – Агадаи, Махроватчик, Тыгыз; Варюшкин – Аг-изюм; Тыгыз – Асыл кара; Пухляковский – Алый терский, Аг-изюм и Риш Баба; Красностоп золотовский – Гуляби дагестанский, Плечистик; Алый терский – Сибирьковский. Минимальное значение выявлено между генотипами сортов Бурый – Клинчатый и Кайтаги – Гуляби дагестанский.

На основании матрицы генетических дистанций методом Neighbor Joining построена дендрограмма, отражающая дифференциацию сортов, включенных в исследование (рис.).

Все сорта объединились в 3 основных кластера. В первом кластере выделено 4 подкластера: в первый подкластер вошли четыре сорта столового направления использования, Риш баба, Агадаи, Бурый, кото-

Таблица 2. Характеристика полиморфизма микросателлитных локусов, рассчитанная с использованием программы Popgene 32

Table 2. Characteristics of polymorphism of microsatellite loci, calculated using program Popgene 32

Locus	Na	Ne	Ho	He	Ave He
VVS2	9	4.347	0.7500	0.7863	0.7700
ssrVrZAG21	9	5.434	0.9167	0.8333	0.8160
ssrVrZAG47	9	6.194	0.7917	0.8564	0.8385
ssrVrZAG62	8	5.409	0.8750	0.8324	0.8151
ssrVrZAG64	5	4.129	0.7917	0.7739	0.7578
ssrVrZAG79	9	4.535	0.7083	0.7961	0.7795
ssrVrZAG83	4	2.939	0.6250	0.6738	0.6597
ssrVrUCH11	7	4.251	0.8750	0.7810	0.7648
ssrVrUCH29	13	6.940	0.8750	0.8741	0.8559
Mean	9.1	4.9086	0.8009	0.8008	0.7841
St. Dev		1.208	0.0950	0.0592	0.0579

Примечание: Na – общее число идентифицированных аллелей; Ne – эффективное число аллелей; Ho – фактическая гетерозиготность; He – ожидаемая гетерозиготность; Ave He – средняя гетерозиготность; Mean – среднее; St. Dev – стандартное отклонение.

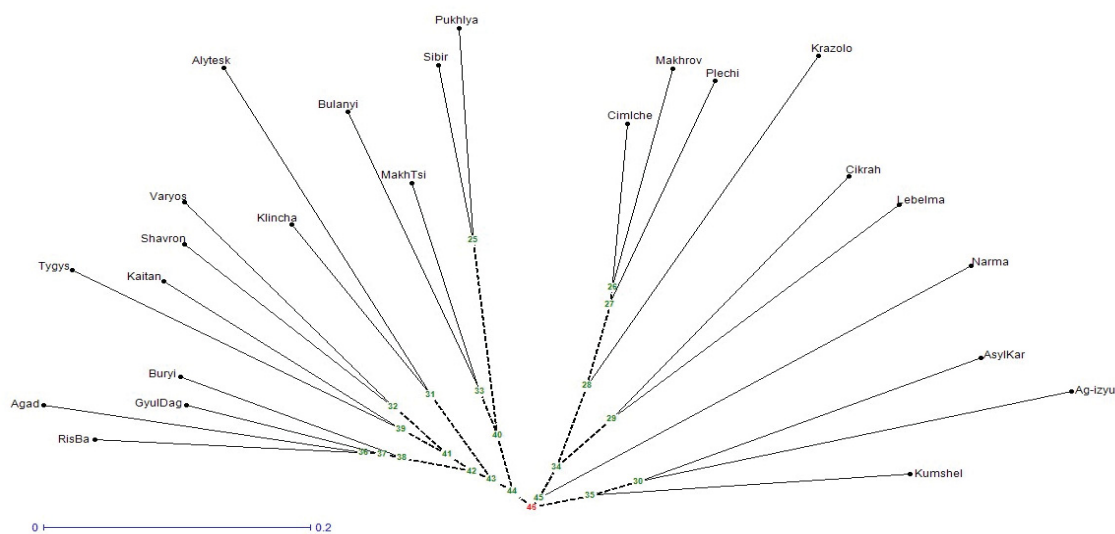


Рис. Дифференциация выборки изученных сортов на основе анализа генетических дистанций с использованием программы DARwin v 6.0 (Neighbor Joining).

Fig. Sample differentiation of the studied varieties based on the analysis of genetic distances using program DARwin v 6.0 (Neighbor Joining).

рые относятся к эколого-географической группе *Convar. orientalis* Negr. В эту же группу вошел сорт Гуляби дагестанский, который относится к *Convar. pontica* Negr. *subconvar. ostcaucasica* Al. Это древний сорт, который широко распространен на виноградниках Дагестана. Предполагают, что он проник из Закавказья [3].

Второй и четвертый подкластер объединил сорта Тыгыз, Кайтаги, Шавраны, Варюшкин, Махбор Цыбил, Сибирьковский и Пухляковский, относящиеся к *Convar. pontica* Negr. *subconvar. ostcaucasica* Al. и сорт Буланы, который относится к *Convar. orientalis subconvar. meridionalibalkanica* Trosch. Предполагают, что Буланы является сеянцем крымского сорта Джеват кара (*Convar. pontica* Negr.). Сравнение SSR-профилей

данных сортов по 9 локусам показало наличие общего аллеля в 8 локусах, что соответствует этой гипотезе. Кроме того, эти сорта очень сходны по фенотипу что, возможно, объясняет размещение сорта в данном подкластере [14].

Третий подкластер объединил два сорта, относящиеся к эколого-географическим группам: Клинкачый (Северный Кавказ, *Convar. orientalis subconvar. antasiatica* Negr.) и дагестанский аборигенный сорт Алы терский (*Convar. pontica* Negr. *subconvar. Ostcaucasica*). Предполагают, что сорт, вероятно, является сеянцем одного из грузинских сортов (*Convar. pontica* Negr.).

Во второй кластер сгруппировались сорта Цимлянский черный, Махроватчик, Плечистик, Крас-

ностоп золотовский, Цыкрах, входящие в таксон *Convar. pontica* Negr. Дагестанский сорт Нарма, относится к *Convar. orientalis subconvar. caspica* Negr. var. *transcaucasica* и примыкает к данному кластеру.

Сорта Асыл кара, Аг изюм и Кумшацкий белый, относящиеся к эколого-географическим группам *Convar. pontica* Negr. *subconvar. ostcaucasica* Al. и *Convar. orientalis subconvar. antasiatica* Negr., объединились в третий кластер, что требует дальнейшего уточнения.

По результатам анализа микросателлитных профилей, синонимов и омонимов среди сортов не выделено. Все SSR-профили были уникальны.

В результате анализа полиморфизма *cpSSR*-локусов в выборке изученных сортов идентифицировано 4 хлоротипа. Наиболее распространен среди изученных сортов хлоротип D (58 %) по классификации Arroyo-García et al. (2006) или хлоротип I по Imazio et al. (2006). Данный хлоротип, по данным Imazio et al. (2006), широко представлен в кавказских образцах [15]. В конце 1-го века до нашей эры Великий шелковый путь разделился там, где река Дон впадает в Азовское море. Возможно, сорта, несущие данный хлоротип, были завезены с Кавказа [2].

Выводы

Использование в наших исследованиях молекулярных маркеров позволило получить новые экспериментальные данные для оценки генетического разнообразия выборки российских аборигенных сортов винограда, поддерживаемых в коллекции зародышевой плазмы Института «Магарач». По результатам анализа микросателлитных профилей, синонимов и омонимов среди сортов не выявлено. Все ДНК-профили были уникальны.

На основе сравнительного анализа матрицы генетических дистанций построена дендрограмма, отражающая дифференциацию изученных сортов винограда по эколого-генетическим группам за исключением сортов Клинчатый, Нарма и Кумшацкий, что требует дальнейшего исследования. Наибольшая генетическая дистанция идентифицирована между сортами Красностоп золотовский и Агадаи.

В результате анализа полиморфизма *cpSSR*-локусов установлено, что у 58% изученных сортов идентифицирован хлоротип D, который наиболее распространен в кавказских образцах.

Источник финансирования

Исследовательская работа выполнена в рамках ГЗ № 0833-2015-0019.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2015-0019.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Сохранение и изучение генофонда автохтонных донских сортов винограда на коллекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко // «Магарач». Виноградарство и Виноделие. 2017;1:9–13.
2. Негруль А. М. Происхождение культурного винограда и

его классификация. В книге: Ампелография СССР. М.: Пищепромиздат, 1946;1:159–216.

3. Трошин Л.П. Аборигенные сорта винограда России. Краснодар: Кубан. гос. аграр. ун-т, 2007:1-256.
4. Ильницкая Е.Т., Токмаков С.В., Супрун И.И., Макаркина М.В. Фингерпринтинг аборигенных дагестанских сортов винограда по данным микросателлитного анализа [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015;31:01. <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/01/02.pdf>.
5. Sefc K.M., Pejić I., Maletić E., Thomas M.R. & Lefort F. Microsatellite Markers For Grapevine: Tools For Cultivar Identification & Pedigree Reconstruction. Roubelakis-Angelakis K.A. (ed.). Grapevine Molecular Physiology & Biotechnology, 2009;2:565. DOI 10.1007/978-90-481-2305-6_21, © Springer Science+Business Media B.V.
6. This P., Jung A., Boccacci P., Borrego J. et al. Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivars. Theor. Appl. Genet. 2004;109:1448–1458.
7. Layout V., Lacombe T., Dechesne F. et al. High through put analysis of grape genetic diversity as a tool for germ plasm collection management. Theor. Appl. Genet. 2011;122: 1233–1245. DOI: 10.1007/s00122-010-1527-y
8. Cipriani G., Spadotto A., Jurman I., Di Caspero G., Crespan M., Meneghetti S. et al. The SSR-based molecular profile of 1005 grapevine (*Vitis vinifera* L.) accessions uncovers new synonymy and parentages, and reveals a large admixture amongst varieties of different geographic origin. Theor. Appl. Genet. 2010;121:1569–1585. DOI: 10.1007/s00122-010-1411-9.
9. Karatas H., Karaagac E., Karatas D. Sabit Agaoglu Genetic characterization of grapevine germplasm (*Vitis vinifera* L.) by SSR (simple sequence repeats) in Sanliurfa province, South-East Turkey. Fresenius Environmental Bulletin. 2019;28(5):3835–3842.
10. Lefort F., Douglas G.C. An Efficient micro-method of DNA isolation from mature leaves of four hardwood tree species Acer, Fraxinus, Prunus and Quercus. Ann. For. Sci. 1999;56:259–263.
11. Lefort F., Pelsy F., Schehrer L., Scott K.D. and Merdinoglu D. Assessment of two highly polymorphic microsatellite loci in 103 accessions of *Vitis* species. J. Int. Sci. Vigne Vin. 2003;37(2):67–74.
12. Sefc K.M., Regner F., Tureschek E., Glössi J. and Steinkellner H. Identification of Microsatellite Sequences in *Vitis riparia* and Their Applicability for Genotyping of Different *Vitis* Species. Genome, 1999;42:367–373. <http://dx.doi.org/10.1139/gen-42-3-367>.
13. Arroyo-García R., Ruiz-García L., Bolling L., Ocete R., Lopez M.A. et al. Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. *Ssp sativa*) based on chloroplast DNA polymorphism. Mol. Ecol. 2006;15:3707–3714. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2006.03049.x
14. Рисованная В.И., Гориславец С.М. К вопросу о генетическом родстве сортов винограда Джебват кара и Буланый // «Магарач». Виноградарство и Виноделие. 2018;2:4–6.
15. Imazio S., Labra M., Grassi F., Scienza A., Failla O. Chloroplast microsatellites to investigate the origin of grapevine. Genet. Res. Crop Evol. 2006;53:1003–1011.

References

1. Naumova L.G., Ganich V.A. Preservation and study of gene pool of autochthonous Don grape varieties in the collection ARRIV&W. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2017;1:9–13 (in Russian).

2. Negrul A. M. The origin of cultivated grapes and its classification. In the book: *Ampelography of the USSR*. M.: Pishchepromizdat, 1946;1:159-216 (in Russian).
3. Troshin L.P. Aboriginal grape varieties of Russia. Krasnodar: Kuban State Agrarian University. 2007:1-256 (in Russian).
4. Il'nitskaya E., Tokmakov S., Suprun I., Makarkina M. Fingerprinting of local Dagestan grape cultivars using microsatellite analysis. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2015;31:01 (in Russian). <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/01/02.pdf>
5. Sefc K.M., Pejić I., Maletić E., Thomas M.R. & Lefort F. Microsatellite Markers For Grapevine: Tools For Cultivar Identification & Pedigree Reconstruction. Roubelakis-Angelakis K.A. (ed.). *Grapevine Molecular Physiology & Biotechnology*, 2009;2:565. DOI 10.1007/978-90-481-2305-6_21, © Springer Science+Business Media B.V.
6. This P., Jung A., Boccacci P., Borrego J. et al. Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 2004;109:1448-1458.
7. Layout V., Lacombe T., Dechesne F. et al. High through put analysis of grape genetic diversity as a tool for germ plasm collection management. *Theor. Appl. Genet.* 2011;122: 1233-1245. DOI: 10.1007/s00122-010-1527-y
8. Cipriani G., Spadotto A., Jurman I., Di Caspero G., Crespan M., Meneghetti S. et al. The SSR-based molecular profile of 1005 grapevine (*Vitis vinifera* L.) accessions uncovers new synonymy and parentages, and reveals a large admixture amongst varieties of different geographic origin. *Theor. Appl. Genet.* 2010;121:1569-1585. DOI: 10.1007/s00122-010-1411-9.
9. Karatas H., Karaagac E., Karatas D. Sabit Agaoglu Genetic characterization of grapevine germplasm (*Vitis vinifera* L.) by SSR (simple sequence repeats) in Sanliurfa province, South-East Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 2019;28(5):3835-3842.
10. Lefort F., Douglas G.C. An Efficient micro-method of DNA isolation from mature leaves of four hardwood tree species Acer, Fraxinus, Prunus and Quercus. *Ann. For. Sci.* 1999;56:259-263.
11. Lefort F., Pelsy F., Schehrer L., Scott K.D. and Merdinoglu D. Assessment of two highly polymorphic microsatellite loci in 103 accessions of *Vitis* species. *J. Int. Sci. Vigne Vin*. 2003;37(2):67-74.
12. Sefc K.M., Regner F., Tureschek E., Glössi J. and Steinkellner H. Identification of Microsatellite Sequences in *Vitis riparia* and Their Applicability for Genotyping of Different *Vitis* Species. *Genome*, 1999;42:367-373. <http://dx.doi.org/10.1139/gen-42-3-367>.
13. Arroyo-García R., Ruiz-García L., Bolling L., Ocete R., Lopez M.A. et al. Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. *Ssp sativa*) based on chloroplast DNA polymorphism. *Mol Ecol.* 2006;15:3707-3714. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2006.03049.x
14. Risovannaya V.I., Gorislavets S.M. To the issue of genetic affinity of 'Gevat Kara' and 'Bulannyi' grapes. *Magarach. Viticulture and Winemaking*, 2018;23(2):4-6 (in Russian).
15. Imazio S., Labra M., Grassi F., Scienza A., Failla O. Chloroplast microsatellites to investigate the origin of grapevine. *Genet. Res. Crop Evol.* 2006;53:1003-1011.

Сведения об авторах

Валентина Ивановна Рисованная, канд. биол. наук., вед. науч. сотр. лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мэйл: vrisovan@rambler.ru; <http://orcid.org/0000-0003-2208-798x>;

Светлана Михайловна Гориславец, канд. биол. наук., вед. науч. сотр., зав. лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мэйл: goricvet_2@rambler.ru; <http://orcid.org/0000-0002-6749-8048>;

François Lefort, Dr., Professeur HES ordinaire Responsable de groupe; e-мэйл: francois.lefort@hesge.ch; <https://orcid.org/0000-0002-9977-9952>.

Information about authors

Valentina I. Risovannaya, Cand. Biol. Sci., Leading Staff Scientist of the Laboratory of Molecular-Genetic Research; e-mail: vrisovan@rambler.ru; <http://orcid.org/0000-0003-2208-798x>;

Svitlana M. Goryslavets, Cand. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Head of the Laboratory of Molecular-Genetic Research; e-mail: goricvet_2@rambler.ru; <http://orcid.org/0000-0002-6749-8048>;

François Lefort, Dr., Professeur HES ordinaire Responsable de groupe; e-mail: francois.lefort@hesge.ch; <https://orcid.org/0000-0002-9977-9952>.

Статья поступила в редакцию 10.11.2021 г., одобрена после рецензии 17.11.2021 г., принята к публикации 19.11.2021 г.

Применение метода многокритериальной оптимизации для отбора протоклонов в популяции сорта винограда Кокур белый

Студенникова Н.Л., Котоловец З.В.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31

Аннотация. В статье представлены данные по 11 биолого-хозяйственным признакам 100 маточных кустов винограда сорта Кокур белый за 2019–2021 гг. Исследования проводились на производственном участке сорта винограда Кокур белый (№ 361, формировка АЗОС-1, схема посадки 3×1,25) в филиале «Алушта» АО «ПАО «Массандра». По средним показателям за три года исследований методом многокритериальной оптимизации отобраны 25 протоклонов сорта Кокур белый (протоклоны первого вегетативного поколения) с наименьшими показателями функции в диапазоне от $\varphi=3,330$ до $\varphi=6,103$. Выбор лучшего куста определялся из условий наибольшего приближения к идеалу, т.е. интервал $[\varphi(x_i); x_i] \rightarrow \min$. Следовательно, чем меньше значение функции протоклона $\varphi(x_i)$, тем лучше куст. Значения целевых функций сравнивались у 100 кустов, затем отбирались протоклоны по наименьшим показателям, определяющим лучшие кусты. Применение метода многокритериальной оптимизации обеспечивает объективный подход при отборе протоклонов, исключая единицы измерения изучаемых признаков, преобразуя их в безразмерный вид. Для дальнейшего исследования с выделенных 25 кустов винограда сорта Кокур белый будет проведена заготовка лозы для проведения настольной прививки с последующей закладкой клоноиспытательного участка первого вегетативного поколения сорта Кокур белый.

Ключевые слова: сорт; куст; клоновая селекция; метод многокритериальной оптимизации; агробиологические признаки.

Для цитирования: Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Применение метода многокритериальной оптимизации для отбора протоклонов в популяции сорта винограда Кокур белый // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4): 336-343. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.005

The use of multicriteria optimization method in selecting protoclonal clones in the population of the 'Kokur Belyi' grape variety

Studennikova N.L., Kotolovets Z.V.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

Abstract. The article presents data on 11 biological and economical traits of 100 mother vines of the 'Kokur Belyi' for the period of 2019–2021. The research was carried out at the production plot of the 'Kokur Belyi' grape variety (No. 361, AZOS-1 pruning, planting scheme 3 × 1.25) in the Alushta branch of FSUE PJSC Massandra. According to the average of indicators for three years of research using method of multicriteria optimization, we selected 25 protoclonal clones of the 'Kokur Belyi' variety (protoclonal clones of the first vegetative voltine) with the lowest function indicators in the range from $\varphi = 3.330$ to $\varphi = 6.103$. The choice of the best bush was determined from the conditions of the closest approximation to the ideal, i.e. interval $[\varphi(x_i); x_i] \rightarrow \min$. Therefore, the smaller the value of the protoclone function $\varphi(x_i)$, the better the bush. Target function values for 100 bushes were compared, after that protoclonal clones were separated by the lowest indicators, determining the best bushes. The use of multicriteria optimization method provides an objective approach to the selection of protoclonal clones, excluding the units of measurement of the studied characteristics, converting them into a nondimensional form. For further research, from the selected 25 bushes of grapes of the 'Kokur Belyi' variety, vines will be gathered for table grafting, followed by the establishment of a clone-testing plot of the first vegetative voltine of the 'Kokur Belyi' variety.

Key words: variety; bush; clonal selection; multicriteria optimization method; agrobiological traits.

For citation: Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. The use of multicriteria optimization method in selecting protoclonal clones in the population of the 'Kokur Belyi' grape variety. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2021; 23(4):336-343 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.005

Введение

В настоящее время существует много селекционных исследований, направленных на выделение, изучение и внедрение в производство клонов традици-

онных сортов винограда [1–8]. В клоновой селекции ключевыми моментами являются методы отбора протоклонов, сроки испытания и проверка стабильности свойств в вегетативном потомстве.

Получению исходного клонового материала предшествует 15–20-летний период клоновой селекции, что предполагает поиск и внедрение новых мето-

логических подходов для увеличения эффективности и ускорения отбора растений [9–13]. Распространенными методами индивидуальной селекции являются отборы: почковых мутаций, клонов по морфологическим корреляциям, высокопродуктивных клонов. Ряд авторов рекомендуют применять четырехпольный метод выделения клонов при индивидуальном отборе [9, 14]. Другие – предлагают использовать метод «ступенчатой» селекции по продуктивности и отбор высокопродуктивных клонов по комплексу признаков [1]. Животовским Л.А. и Алтуховым Ю.П. разработан метод выделения морфологически «средних» и «крайних» фенотипов по совокупности количественных признаков [11]. Данный метод был применен Васылык И.А. при изучении популяции винограда сорта Мускат розовый [12].

В нашей работе в качестве метода выделения протоклонов сорта винограда Кокур белый предложен метод многокритериальной оптимизации, который ранее был апробирован на популяциях сортов винограда Цитронный Магарача, Гарс Левелю и Саперави [15–17].

При проведении полевых исследований выявлено ухудшение некоторых хозяйственных признаков сорта: горошение гроздей, уменьшение величины ягод и гроздей, снижение продуктивности кустов. Эти факторы вызвали необходимость проведения клоновой селекции автохтонного сорта Кокур белый с целью выделения высокопродуктивных протоклонов по комплексу признаков с последующей закладкой клоноиспытательного участка первого вегетативного поколения.

Цель исследований – применение метода многокритериальной оптимизации для отбора 25 высокопродуктивных протоклонов винограда сорта Кокур белый на этапе предварительного отбора с учетом сбора информации биолого-хозяйственных признаков по 100 высокопродуктивным кустам.

В задачи исследования входило: проведение агробиологических учетов по 11 признакам у 100 высокопродуктивных кустов винограда сорта Кокур белый; выделение методом многокритериальной оптимизации 25 кустов (протоклонов) винограда сорта Кокур белый по наименьшим значениям функции.

Материалы и методы исследований

Кокур белый – крымский технический сорт винограда народной селекции, средне-позднего срока созревания. Относится к эколого-географической группе сортов Черного моря. Цветок обоеполюй. Грозди средние, цилиндрикоконические, средней плотности. Ягоды крупные и средние, овальные, слегка яйцевидной формы, желтовато-зеленые. Кожица тонкая, но прочная, покрыта легким восковым налетом. Мякоть сочная, тающая. Вызревание побегов хорошее. Используется для приготовления шампанских виноматериалов, столовых, крепких и десертных вин [18].

Исследования проводились на производственном участке сорта винограда Кокур белый (№ 361, формирование АЗОС-1, схема посадки 3×1,25) в филиале «Алушта» АО «ПАО «Массандра». Работа выполнялась согласно общепринятым в практике виногра-

дарства методам [13, 19, 20].

За основу проведения работ приняты положения, изложенные в методических рекомендациях [1, 2], учтен практический опыт селекционеров ГНУ ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко, согласно которому первоначальный этап клоновой селекции включает визуальную оценку и отбор кустов по дружному распусканию глазков [10]. Сбор информации о признаках осуществлялся покустно, по общепринятым методам [11].

Результаты и обсуждение

При проведении обсева 11 биолого-хозяйственных признаков за 2019–2021 гг. были получены средние значения, на основании которых методом многокритериальной оптимизации осуществлялось ранжирование 100 маточных кустов винограда сорта Кокур белый (табл.1). В работе использовались формулы (1), (2) [3].

$$f_j(x_i) = \frac{(f_j(x_i) - f_j^-)}{(f_j^+ - f_j^-)}, \text{ если } f_j \rightarrow \max \quad (1)$$

где $f_j(x_i)$ – значение j -го критерия в нормированном виде для i -го куста (фактическое значение признака i -го куста);

f_j^- – значение теоретического минимума, который ниже фактического минимального значения признака по выборке (100 кустов);

f_j^+ – значение теоретического максимума, который выше фактического максимального значения признака по выборке (100 кустов);

В качестве показателя оценки пригодности протоклона для дальнейшей работы использовалось значение модуля суммы разности отклонений критериев, по которым оценивался протоклон и которое должно принимать минимальное значение.

$$\varphi_1(x_i) = \sum_{j=1}^n |f_j(x_i) - f_j(x^u)| \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $0 \leq f_j(x_i) \leq 1$; $x^u = 1$, $f_j(x_i)$ – фактическое значение признака i -го куста.

Выбор лучшего куста определялся из условий наибольшего приближения к идеалу, т.е. интервал $[\varphi(x_i); x^u] \rightarrow \min$. Следовательно, чем меньше значение функции протоклона $\varphi(x_i)$, тем лучше куст.

Значения целевых функций сравнивались у 100 кустов, затем отбирались протоклоны по наименьшим показателям, определяющим лучшие кусты (табл.2).

Для дальнейшего изучения отобраны 25 кустов винограда сорта Кокур белый с наименьшими показателями функции (табл. 2): $\varphi(x_1)$, $\varphi(x_{34})$, $\varphi(x_{43})$, $\varphi(x_3)$, $\varphi(x_{99})$, $\varphi(x_{27})$, $\varphi(x_{94})$, $\varphi(x_{83})$, $\varphi(x_{41})$, $\varphi(x_{24})$, $\varphi(x_{75})$, $\varphi(x_{30})$, $\varphi(x_4)$, $\varphi(x_{77})$, $\varphi(x_{26})$, $\varphi(x_{18})$, $\varphi(x_2)$, $\varphi(x_{20})$, $\varphi(x_{62})$, $\varphi(x_{32})$, $\varphi(x_{68})$, $\varphi(x_{57})$, $\varphi(x_{28})$, $\varphi(x_{33})$, $\varphi(x_9)$.

Выводы

Таким образом, применение метода многокритериальной оптимизации обеспечивает объективный подход при отборе протоклонов. Он позволяет выделять оптимальные протоклоны (высокопродуктивные), исключая единицы измерения, преобразуя их в безразмерный вид. Для дальнейшего исследования с выделенных 25 кустов винограда сорта Кокур белый будет проведена заготовка лозы для проведения на-

Таблица 1. Агробиологические показатели винограда сорта Кокур белый (средние за 2019–2021 гг.) и величины, переведенные в безразмерный вид f_j , значения функции **Table 1.** Agrobiological indicators of the 'Kokur Belyi' grape variety (average for 2019–2021) and values converted into a nondimensional form of f_j , function values

(x_i)	Показатели (критерии)																	Значение функции $\varphi(x_i)$					
	Глазки, шт.		Распустившиеся побеги, шт.		Плодоносные побеги, шт.		Соцветия, шт.		Коэффициент				Распустившиеся побеги, %			Средняя масса грозди, г			Урожайность, кг/куст		Продуктивность побега по сырой массе грозди		
	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}	f_{15}	f_{16}	f_{17}		f_{18}	f_{19}	f_{20}	f_{21}	f_{22}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
(x_1)	33,6	0,07	30,6	0,12	24,6	0,078	31,6	0,126	1,04	0,350	1,28	0,480	90,3	0,335	24,6	0,067	256,7	0,811	6,3	0,283	266,9	0,610	3,330
(x_2)	19,6	0,77	17,3	0,785	14,6	0,634	20,3	0,544	1,17	0,133	1,40	0,440	88,3	0,422	18,0	0,381	276,6	0,745	4,98	0,503	323,7	0,421	5,738
(x_3)	21,6	0,67	16,6	0,67	16,3	0,539	21,6	0,496	1,10	0,250	1,30	0,467	90,7	0,317	18,6	0,352	316,6	0,611	5,89	0,352	348,3	0,339	5,063
(x_4)	25,0	0,50	22,3	0,535	17,6	0,467	21,3	0,507	0,96	0,483	1,21	0,527	89,3	0,378	16,3	0,462	296,6	0,678	4,83	0,528	284,8	0,551	5,616
(x_5)	26,3	0,44	23,0	0,50	18,0	0,445	20,3	0,544	0,88	0,617	1,13	0,580	87,5	0,456	13,6	0,590	273,3	0,756	3,72	0,713	240,5	0,698	6,339
(x_6)	20,0	0,75	16,6	0,82	13,0	0,722	17,6	0,644	1,06	0,317	1,35	0,433	83,3	0,639	14,3	0,557	340,0	0,533	4,86	0,523	360,4	0,299	6,237
(x_7)	23,6	0,57	20,0	0,65	16,3	0,538	18,0	0,629	0,90	0,583	1,10	0,600	84,7	0,578	13,3	0,605	323,3	0,589	4,30	0,617	291,0	0,530	6,489
(x_8)	23,0	0,60	20,0	0,65	13,6	0,688	17,6	0,644	0,88	0,617	1,29	0,473	86,9	0,482	13,3	0,605	236,6	0,878	3,15	0,808	208,3	0,806	7,251
(x_9)	26,6	0,42	22,6	0,52	16,6	0,744	21,3	0,507	0,94	0,517	1,70	0,200	85,2	0,556	12,0	0,667	290,0	0,700	3,48	0,753	272,6	0,519	6,103
(x_{10})	25,3	0,49	21,6	0,57	14,3	0,650	20,0	0,556	0,93	0,533	1,40	0,400	85,4	0,548	15,0	0,524	266,6	0,778	4,0	0,667	248,0	0,673	6,389
(x_{11})	24,3	0,54	22,0	0,55	15,6	0,577	17,0	0,667	0,77	0,800	1,09	0,607	90,5	0,326	13,6	0,590	320,0	0,600	4,35	0,608	246,4	0,679	6,544
(x_{12})	24,0	0,55	20,6	0,62	15,0	0,611	17,3	0,656	0,84	0,683	1,15	0,409	86,1	0,517	14,3	0,557	333,3	0,556	4,77	0,538	280,0	0,567	6,264
(x_{13})	19,0	0,80	16,3	0,835	13,0	0,722	15,3	0,730	0,94	0,517	1,18	0,547	85,9	0,526	10,6	0,733	366,7	0,444	3,89	0,685	344,7	0,351	6,890
(x_{14})	23,6	0,57	20,6	0,62	17,0	0,500	18,3	0,618	0,89	0,600	1,08	0,613	87,6	0,452	14,6	0,543	320,0	0,600	4,67	0,555	284,8	0,551	6,222
(x_{15})	21,3	0,69	18,3	0,74	14,0	0,666	17,0	0,667	0,93	0,533	1,21	0,527	85,9	0,526	13,6	0,590	373,3	0,422	5,08	0,487	347,2	0,343	6,191
(x_{16})	17,3	0,89	16,0	0,85	12,6	0,744	17,0	0,667	1,06	0,317	1,35	0,433	92,5	0,667	11,3	0,700	333,3	0,555	3,77	0,705	353,3	0,322	6,422
(x_{17})	19,6	0,77	18,0	0,75	14,0	0,666	17,0	0,667	0,94	0,517	1,21	0,527	91,8	0,269	11,6	0,386	343,3	0,522	3,98	0,670	322,7	0,424	6,468
(x_{18})	20,3	0,74	17,0	0,80	14,6	0,634	20,0	0,556	1,18	0,117	1,37	0,420	83,7	0,622	15,0	0,524	330,0	0,567	4,95	0,508	389,4	0,202	5,690
(x_{19})	21,6	0,67	17,6	0,77	16,0	0,555	18,0	0,629	1,02	0,383	1,12	0,587	81,8	0,704	14,7	0,557	316,0	0,611	4,53	0,578	323,0	0,423	6,467
(x_{20})	25,3	0,49	23,3	0,49	17,3	0,483	20,0	0,556	0,86	0,650	1,16	0,560	92,1	0,256	13,0	0,619	333,3	0,555	4,33	0,612	286,7	0,544	5,815
(x_{21})	27,0	0,40	24,3	0,44	17,6	0,467	20,3	0,544	0,84	0,683	1,15	0,567	90,0	0,348	14,6	0,543	270,0	0,767	3,94	0,677	226,8	0,744	6,180
(x_{22})	22,6	0,62	20,0	0,65	14,0	0,66	17,3	0,656	0,87	0,633	1,24	0,507	88,5	0,413	12,3	0,652	290,0	0,700	3,57	0,738	252,3	0,659	6,894
(x_{23})	22,0	0,65	17,6	0,77	16,0	0,556	18,6	0,607	1,06	0,317	1,16	0,560	80,0	0,783	14,6	0,543	333,3	0,556	4,87	0,522	353,3	0,322	6,186
(x_{24})	28,0	0,35	23,0	0,50	17,6	0,467	21,0	0,519	0,91	0,567	1,19	0,540	82,1	0,691	17,0	0,429	336,6	0,545	5,72	0,380	306,4	0,479	5,467
(x_{25})	18,6	0,82	15,6	0,87	11,3	0,816	14,3	0,767	0,92	0,550	1,27	0,487	83,9	0,613	10,3	0,748	373,3	0,422	3,84	0,693	343,5	0,355	7,141
(x_{26})	26,3	0,44	22,6	0,052	18,0	0,444	21,0	0,5190	0,93	0,533	1,17	0,553	86,2	0,513	18,0	0,381	290,0	0,700	5,22	0,463	269,7	0,601	5,667
(x_{27})	27,0	0,40	22,6	0,52	18,3	0,428	23,3	0,433	1,03	0,367	1,27	0,487	83,7	0,622	17,0	0,429	276,6	0,745	4,71	0,548	284,9	0,550	5,229
(x_{28})	23,0	0,60	20,0	0,65	16,0	0,556	20,0	0,556	1,00	0,417	1,25	0,500	86,9	0,4831	16,6	0,448	286,6	0,711	4,76	0,540	286,3	0,545	6,006
(x_{29})	27,3	0,39	23,3	0,49	15,0	0,611	19,6	0,507	0,84	0,683	1,30	0,467	85,5	0,543	13,6	0,590	266,6	0,778	3,63	0,728	224,0	0,753	6,540

Продолжение таблицы 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
(x ₃₀)	25,0	0,50	22,3	0,535	16,3	0,539	21,6	0,496	0,97	0,467	1,32	0,453	89,2	0,383	18,3	0,367	280,0	0,733	5,12	0,480	271,6	0,595	5,548	
(x ₃₁)	23,3	0,59	20,3	0,635	13,3	0,705	16,6	0,681	0,82	0,717	1,25	0,500	87,3	0,465	13,6	0,590	260,0	0,800	3,54	0,743	213,2	0,789	7,215	
(x ₃₂)	24,6	0,52	21,6	0,57	16,6	0,622	19,0	0,592	0,88	0,617	1,14	0,573	88,1	0,430	15,0	0,524	330,0	0,567	4,95	0,508	290,4	0,532	5,955	
(x ₃₃)	25,3	0,49	22,3	0,535	14,0	0,666	18,6	0,607	0,84	0,683	1,32	0,453	88,1	0,430	13,6	0,590	350,0	0,500	4,76	0,540	294,0	0,520	6,014	
(x ₃₄)	30,6	0,22	27,3	0,285	19,0	0,389	23,0	0,444	0,84	0,683	1,20	0,533	89,2	0,383	13,3	0,605	383,3	0,389	5,10	0,483	322,0	0,427	4,841	
(x ₃₅)	18,3	0,84	15,3	0,885	11,3	0,816	15,0	0,741	0,98	0,450	1,30	0,467	83,6	0,626	13,6	0,590	286,6	0,711	3,90	0,683	280,9	0,711	7,376	
(x ₃₆)	25,6	0,47	22,3	0,535	16,3	0,539	19,6	0,570	0,88	0,617	1,20	0,533	87,1	0,474	15,3	0,510	263,3	0,789	4,03	0,662	231,7	0,728	6,427	
(x ₃₇)	19,6	0,77	16,3	0,835	12,3	0,761	14,0	0,778	0,86	0,650	1,14	0,573	83,2	0,643	9,3	0,795	450,0	0,167	4,19	0,635	387,0	0,210	6,817	
(x ₃₈)	23,6	0,57	20,0	0,65	12,3	0,761	16,3	0,692	0,82	0,717	1,33	0,447	84,7	0,578	12,3	0,652	293,3	0,689	3,61	0,732	240,5	0,698	7,186	
(x ₃₉)	25,3	0,49	22,6	0,52	15,3	0,594	18,3	0,618	0,81	0,733	1,19	0,540	89,3	0,378	13,3	0,605	370,0	0,433	4,92	0,513	299,7	0,734	6,158	
(x ₄₀)	22,0	0,65	18,6	0,72	12,6	0,744	16,6	0,681	0,89	0,600	1,30	0,467	84,5	0,587	11,3	0,700	386,6	0,378	4,37	0,605	344,0	0,353	6,485	
(x ₄₁)	26,6	0,42	23,0	0,50	16,6	0,522	20,0	0,556	0,87	0,633	1,20	0,533	86,5	0,500	12,6	0,638	410,0	0,300	5,17	0,472	356,7	0,311	5,385	
(x ₄₂)	20,0	0,75	16,0	0,85	13,0	0,722	13,3	0,804	0,83	0,700	1,02	0,653	80,0	0,783	8,0	0,857	440,0	0,200	3,52	0,747	365,2	0,283	7,349	
(x ₄₃)	29,0	0,30	26,3	0,335	20,0	0,333	22,0	0,481	0,84	0,683	1,10	0,600	90,7	0,317	16,3	0,462	383,3	0,722	6,25	0,292	322,0	0,427	4,952	
(x ₄₄)	23,3	0,59	19,6	0,67	12,0	0,777	13,6	0,792	0,70	0,917	1,13	0,580	84,1	0,604	10,6	0,733	237,3	0,756	2,9	0,850	191,3	0,862	8,131	
(x ₄₅)	19,6	0,77	16,0	0,85	12,6	0,744	14,3	0,767	0,89	0,600	1,13	0,580	81,6	0,713	11,0	0,714	323,3	0,589	3,56	0,740	287,8	0,541	7,608	
(x ₄₆)	21,0	0,70	18,6	0,72	13,6	0,689	16,0	0,704	0,86	0,650	1,18	0,547	88,6	0,409	12,0	0,667	300,0	0,667	3,6	0,733	258,0	0,640	7,136	
(x ₄₇)	22,0	0,65	19,3	0,685	13,0	0,722	16,0	0,704	0,83	0,700	1,23	0,513	87,7	0,448	13,0	0,619	303,3	0,656	3,94	0,677	251,8	0,661	7,035	
(x ₄₈)	20,3	0,74	17,3	0,785	11,0	0,833	13,3	0,804	0,77	0,800	1,20	0,533	85,0	0,557	10,3	0,748	293,3	0,689	3,02	0,830	225,9	0,747	8,066	
(x ₄₉)	23,6	0,57	21,0	0,600	16,0	0,555	18,3	0,618	0,87	0,633	1,14	0,573	88,9	0,396	15,3	0,510	283,3	0,722	4,33	0,612	246,5	0,678	6,467	
(x ₅₀)	20,0	0,75	17,6	0,77	13,0	0,722	14,3	0,792	0,81	0,733	1,10	0,600	88,0	0,435	9,3	0,795	450,0	0,167	4,19	0,635	364,5	0,285	6,684	
(x ₅₁)	29,6	0,27	26,0	0,35	16,3	0,539	20,0	0,556	0,77	0,800	1,20	0,533	87,8	0,443	15,6	0,495	263,3	0,789	4,1	0,650	202,8	0,824	6,249	
(x ₅₂)	28,3	0,34	25,0	0,40	13,6	0,689	18,6	0,607	0,75	0,833	1,30	0,467	88,3	0,422	13,0	0,619	300,0	0,667	3,9	0,683	225,0	0,750	6,477	
(x ₅₃)	23,0	0,60	20,0	0,65	14,0	0,667	17,3	0,655	0,87	0,633	1,24	0,507	86,9	0,483	12,0	0,667	363,3	0,456	4,36	0,607	316,1	0,446	6,371	
(x ₅₄)	26,6	0,42	23,0	0,50	13,3	0,705	16,6	0,681	0,72	0,883	1,25	0,500	86,4	0,496	11,3	0,700	280,0	0,733	3,16	0,807	201,6	0,828	7,253	
(x ₅₅)	23,3	0,59	20,3	0,635	13,3	0,705	17,3	0,655	0,85	0,667	1,30	0,467	87,1	0,474	11,0	0,714	356,7	0,478	3,92	0,680	303,2	0,489	6,554	
(x ₅₆)	22,6	0,62	20,3	0,635	13,0	0,722	15,6	0,718	0,77	0,800	1,20	0,533	89,8	0,356	11,3	0,700	263,3	0,789	2,98	0,837	202,8	0,824	7,534	
(x ₅₇)	22,0	0,65	18,6	0,72	16,3	0,539	20,6	0,533	1,11	0,233	1,26	0,493	84,5	0,587	16,3	0,462	280,0	0,733	4,56	0,573	310,8	0,464	5,987	
(x ₅₈)	20,3	0,74	18,0	0,75	14,0	0,607	17,6	0,644	0,98	0,450	1,26	0,493	88,7	0,404	12,6	0,638	330,0	0,567	4,16	0,640	323,4	0,422	6,415	
(x ₅₉)	24,3	0,54	21,3	0,585	17,0	0,500	20,6	0,533	0,97	0,467	1,20	0,533	87,6	0,452	14,6	0,543	330,0	0,567	4,82	0,530	320,0	0,433	8,293	
(x ₆₀)	22,3	0,62	18,6	0,72	10,7	0,850	15,0	0,741	0,81	0,733	1,40	0,400	83,4	0,635	10,6	0,733	280,0	0,733	2,97	0,838	226,8	0,744	7,747	
(x ₆₁)	22,3	0,62	18,6	0,72	13,6	0,689	16,6	0,681	0,89	0,600	1,22	0,520	83,4	0,635	11,3	0,700	360,0	0,547	4,07	0,655	320,4	0,432	6,799	
(x ₆₂)	22,3	0,62	20,0	0,65	16,3	0,539	20,6	0,533	1,03	0,367	1,26	0,493	89,7	0,361	15,0	0,524	263,3	0,789	3,95	0,675	271,2	0,596	5,944	
(x ₆₃)	24,6	0,52	21,0	0,60	14,0	0,667	17,3	0,655	0,82	0,717	1,24	0,507	85,4	0,548	13,0	0,619	270,0	0,767	3,15	0,808	221,4	0,762	7,170	
(x ₆₄)	20,0	0,75	17,3	0,785	15,0	0,611	16,3	0,692	0,94	0,517	1,09	0,607	86,5	0,500	11,3	0,700	343,3	0,522	3,88	0,687	322,7	0,391	6,762	
(x ₆₅)	24,0	0,55	21,0	0,60	16,6	0,522	18,3	0,618	0,87	0,633	1,10	0,600	87,5	0,457	14,3	0,557	343,3	0,522	4,91	0,515	298,7	0,504	6,078	
(x ₆₆)	25,0	0,50	21,7	0,565	14,0	0,667	17,0	0,667	0,78	0,783	1,21	0,527	86,8	0,487	13,0	0,619	280,0	0,733	3,64	0,727	218,4	0,772	6,380	
(x ₆₇)	20,6	0,72	17,6	0,77	13,6	0,689	16,0	0,704	0,91	0,567	1,18	0,547	85,4	0,548	11,6	0,686	383,3	0,389	4,20	0,633	348,8	0,337	6,590	

Окончание таблицы 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
(x ₆₈)	23,6	0,57	20,3	0,635	14,0	0,667	18,3	0,618	0,90	0,583	1,30	0,467	86,0	0,522	11,7	0,681	393,3	0,356	4,60	0,567	353,9	0,320	5,986	
(x ₆₉)	28,0	0,35	23,0	0,50	15,6	0,578	18,3	0,618	0,79	0,767	1,19	0,540	82,1	0,691	14,0	0,571	350,0	0,500	4,9	0,517	276,5	0,578	6,210	
(x ₇₀)	23,6	0,57	21,6	0,57	14,6	0,633	18,3	0,618	0,86	0,650	1,25	0,500	91,5	0,283	15,0	0,524	256,6	0,811	3,85	0,692	220,7	0,764	6,615	
(x ₇₁)	21,0	0,70	17,6	0,77	13,3	0,705	15,3	0,730	0,87	0,633	1,15	0,567	83,8	0,617	12,3	0,652	293,3	0,689	3,61	0,732	255,2	0,649	7,444	
(x ₇₂)	23,0	0,60	20,0	0,65	14,3	0,650	18,0	0,630	0,90	0,583	1,26	0,493	86,9	0,483	13,0	0,619	346,6	0,511	4,5	0,583	311,9	0,460	6,262	
(x ₇₃)	22,0	0,65	18,6	0,72	15,0	0,611	17,6	0,644	0,95	0,500	1,17	0,553	84,5	0,587	11,3	0,700	343,3	0,522	3,9	0,683	326,1	0,413	6,583	
(x ₇₄)	24,6	0,52	20,6	0,62	13,6	0,689	17,6	0,644	0,85	0,667	1,29	0,473	83,7	0,622	11,6	0,686	356,6	0,478	4,14	0,643	303,1	0,490	6,532	
(x ₇₅)	25,0	0,50	22,6	0,52	17,3	0,483	21,6	0,496	0,96	0,483	1,25	0,500	90,4	0,330	16,0	0,476	306,6	0,645	4,9	0,517	294,4	0,519	5,469	
(x ₇₆)	19,3	0,79	16,6	0,82	11,3	0,816	13,6	0,792	0,81	0,733	1,19	0,540	84,7	0,578	8,00	0,857	383,3	0,389	3,07	0,822	310,5	0,465	7,602	
(x ₇₇)	23,6	0,57	21,6	0,57	16,3	0,539	21,0	0,518	0,97	0,800	1,29	0,473	91,5	0,283	16,6	0,448	330,0	0,567	5,48	0,420	320,1	0,433	5,621	
(x ₇₈)	24,3	0,54	20,6	0,62	15,3	0,594	20,6	0,533	1,00	0,467	1,35	0,433	84,8	0,574	13,0	0,619	313,3	0,622	4,07	0,655	313,3	0,456	6,113	
(x ₇₉)	22,3	0,64	19,0	0,700	15,6	0,578	20,0	0,556	1,05	0,333	1,28	0,480	85,0	0,565	14,6	0,543	283,3	0,722	4,1	0,650	297,5	0,508	7,115	
(x ₈₀)	21,0	0,70	18,3	0,735	13,3	0,705	17,0	0,667	0,93	0,533	1,28	0,480	87,1	0,474	11,0	0,714	286,6	0,711	3,15	0,808	266,5	0,612	7,139	
(x ₈₁)	20,0	0,75	19,0	0,70	14,3	0,650	16,7	0,678	0,88	0,617	1,17	0,553	95,0	0,130	15,3	0,510	320,0	0,900	4,9	0,517	281,6	0,516	6,521	
(x ₈₂)	23,0	0,60	19,6	0,67	11,0	0,833	14,0	0,778	0,71	0,900	1,27	0,487	85,2	0,557	10,0	0,762	293,3	0,689	2,93	0,845	208,2	0,805	7,926	
(x ₈₃)	23,3	0,59	20,3	0,635	16,0	0,555	22,0	0,481	1,08	0,283	1,37	0,420	87,1	0,474	15,6	0,495	326,6	0,578	5,09	0,495	352,7	0,324	5,320	
(x ₈₄)	22,3	0,64	18,6	0,72	13,6	0,689	17,3	0,655	0,93	0,533	1,27	0,487	83,4	0,635	14,0	0,428	273,3	0,755	3,82	0,697	254,2	0,653	6,892	
(x ₈₅)	27,0	0,40	24,3	0,435	20,0	0,334	23,3	0,433	0,96	0,483	1,16	0,560	90,0	0,378	17,3	0,586	313,3	0,622	5,4	0,433	300,8	0,497	8,717	
(x ₈₆)	22,0	0,65	19,3	0,685	14,3	0,650	18,6	0,607	0,96	0,483	1,30	0,467	87,7	0,448	13,6	0,590	326,6	0,578	4,44	0,593	313,5	0,455	6,006	
(x ₈₇)	20,6	0,72	18,0	0,750	14,3	0,650	18,0	0,630	1,00	0,417	1,26	0,403	87,4	0,461	14,3	0,557	293,3	0,689	4,19	0,635	293,3	0,522	6,524	
(x ₈₈)	23,3	0,59	19,3	0,685	14,0	0,667	17,6	0,644	0,91	0,567	1,26	0,507	82,8	0,661	13,3	0,605	300,0	0,667	3,99	0,668	273,0	0,590	6,851	
(x ₈₉)	23,0	0,60	20,3	0,635	14,0	0,667	17,6	0,644	0,87	0,633	1,25	0,500	88,3	0,422	12,0	0,667	260,0	0,800	3,12	0,813	226,0	0,746	7,127	
(x ₉₀)	20,3	0,74	18,3	0,735	13,3	0,705	16,3	0,692	0,89	0,600	1,23	0,513	90,1	0,343	11,6	0,686	360,0	0,467	4,2	0,633	320,4	0,432	6,546	
(x ₉₁)	22,6	0,62	19,0	0,700	14,6	0,633	18,6	0,607	0,98	0,450	1,27	0,487	84,1	0,604	13,3	0,605	296,6	0,678	3,94	0,677	290,7	0,531	6,592	
(x ₉₂)	21,7	0,67	19,0	0,700	13,3	0,705	15,6	0,719	0,82	0,717	1,17	0,533	87,5	0,457	11,7	0,681	316,6	0,611	3,7	0,717	259,6	0,635	7,145	
(x ₉₃)	22,6	0,62	21,0	0,600	14,3	0,650	18,0	0,630	0,86	0,650	1,26	0,493	92,9	0,222	13,3	0,605	323,3	0,589	4,29	0,618	278,0	0,573	6,250	
(x ₉₄)	28,0	0,350	25,6	0,370	20,3	0,317	22,3	0,470	0,87	0,633	1,10	0,600	91,4	0,287	18,0	0,381	283,3	0,722	5,1	0,483	246,5	0,678	5,291	
(x ₉₅)	20,3	0,74	18,3	0,735	14,0	0,667	16,3	0,692	0,89	0,600	1,16	0,560	90,1	0,343	11,3	0,700	380,0	0,400	4,29	0,618	338,2	0,373	6,428	
(x ₉₆)	23,6	0,57	21,0	0,600	15,3	0,594	17,6	0,644	0,84	0,683	1,15	0,567	89,0	0,361	12,3	0,652	356,7	0,478	4,39	0,602	299,6	0,501	6,282	
(x ₉₇)	19,3	0,785	17,6	0,77	13,0	0,722	14,3	0,767	0,81	0,733	1,10	0,600	91,2	0,296	10,6	0,733	306,7	0,644	3,25	0,792	248,4	0,672	7,514	
(x ₉₈)	22,3	0,635	20,3	0,635	15,3	0,594	18,6	0,607	0,92	0,550	1,22	0,520	90,6	0,322	14,3	0,557	256,7	0,811	3,67	0,721	236,2	0,713	6,665	
(x ₉₉)	25,6	0,47	22,3	0,535	18,3	0,428	23,0	0,444	1,03	0,367	1,26	0,493	86,7	0,491	17,3	0,414	303,3	0,656	5,25	0,458	312,4	0,459	5,215	
(x ₁₀₀)	24,3	0,54	21,0	0,600	17,0	0,500	20,3	0,544	0,97	0,467	1,20	0,533	85,9	0,526	14,3	0,557	364,0	0,453	5,2	0,467	353,1	0,323	7,190	
f	15,0		13,0		8,0		8,0		0,65		0,5		75,0		5,0		200,0		2,0		150,0			
f ⁺	35,0		33,0		26,0		35,0		1,25		2,0		98,0		26,0		500,0		8,0		450,0			
f _{testr} ^u	max	1	max	1	max	1	max	1	max	1	max	1	max	1	max	1	max	1	max	1	max	1	max	1

Таблица 2. Агробиологические показатели 25 протоклонов сорта Кокур белый методом многокритериальной оптимизации

Table 2. Agrobiological indicators of 25 protoclones of the 'Kokur Belyi' variety by the method of multicriteria optimization

Адрес	Глазки	Развив. побеги, шт.	Плодоносные побеги, шт.	Количество соцветий, шт.	Коэффициенты		Распустившиеся побеги, %	Количество гроздей, шт.	Средняя масса грозди, г	Урожай с куста, кг	Продуктивность побега по сырой массе грозди, г
					K ₁	K ₂					
1.4-3-3(x ₁)	33,6	30,6	24,6	31,6	1,04	1,28	90,3	24,6	256,7	6,3	226,9
2. 7-12-3(x ₃₄)	30,6	27,3	19,0	23,0	0,84	1,20	89,2	13,6	350,0	4,76	294,4
3. 7-31-3(x ₄₃)	29,0	26,3	20,0	22,0	0,84	1,10	90,7	16,3	383,3	6,25	322,0
4. 4-10-1(x ₃)	21,6	19,6	16,3	21,6	1,10	1,30	90,7	18,6	316,6	5,89	348,3
5. 11-26-2(x ₉₉)	25,6	22,3	18,3	23,0	1,03	1,26	86,7	17,3	303,3	5,25	312,4
6. 6-23-2(x ₂₇)	27,0	22,6	18,3	23,3	1,03	1,27	83,7	17,0	276,6	4,71	284,9
7. 11-23-2(x ₉₄)	28,0	25,6	20,3	22,3	0,87	1,10	91,4	18,0	283,3	5,1	246,5
8. 11-2-1(x ₈₃)	23,3	20,3	16,0	22,0	1,08	1,37	87,1	15,6	326,6	5,09	352,7
9. 7-26-2(x ₄₁)	26,6	23,0	16,6	20,0	0,87	1,20	86,5	12,6	410,0	5,17	356,7
10. 6-21-3(x ₂₄)	28,0	23,0	17,6	21,0	0,91	1,19	82,1	17,0	336,6	5,72	306,4
11.10-18-3(x ₇₅)	25,0	22,6	17,3	21,6	0,96	1,25	90,4	16,0	306,6	4,9	294,4
12. 7-7-1(x ₃₀)	25,0	22,3	16,3	21,6	0,97	1,32	89,2	18,3	280,0	5,12	271,6
13. 4-20-1(x ₄)	25,0	22,3	17,6	21,3	0,96	1,21	89,3	16,3	296,6	4,83	284,8
14. 10-22-3(x ₇₇)	23,6	21,6	16,3	21,0	0,97	1,29	91,5	16,6	330,0	5,48	320,1
15. 6-23-1(x ₂₆)	26,3	22,6	18,0	21,0	0,93	1,17	86,2	18,0	290,0	5,22	269,7
16. 5-22-3(x ₁₈)	20,3	17,0	14,6	20,0	1,18	1,37	83,7	15,0	330,0	4,95	389,4
17. 4-9-1(x ₂)	19,6	17,3	14,6	20,3	1,17	1,40	88,3	18,0	276,6	4,98	323,7
18. 6-11-3(x ₂₀)	25,3	23,3	17,3	20,0	0,86	1,16	92,1	13,0	333,3	4,33	286,7
19. 9-18-3(x ₆₂)	22,3	20,0	16,3	20,6	1,03	1,26	89,7	15,0	263,3	3,95	271,2
20. 7-10-1(x ₃₂)	24,6	21,6	16,6	19,0	0,88	1,14	88,1	15,0	330,0	4,95	290,4
21. 9-35-1(x ₆₈)	23,6	20,3	14,0	18,3	0,90	1,30	86,0	11,7	393,3	4,60	353,9
22. 9-7-3(x ₅₇)	22,0	18,6	16,3	20,6	1,11	1,26	84,5	16,3	280,0	4,56	310,8
23. 6-29-3(x ₂₈)	23,0	20,0	16,0	20,0	1,00	1,25	86,9	16,6	286,6	4,76	286,6
24.7-10-2(x ₃₃)	25,3	22,3	14,0	18,6	0,84	1,32	88,1	13,6	350,0	4,76	294,0
25.5-3-2(x ₉)	26,6	22,6	12,6	21,3	0,94	1,70	85,2	12,0	290,0	3,48	272,6
Среднее	25,23	22,2	16,99	21,4	0,97	1,26	87,9	16,08	315,7	5,0	302,8
Ошибка средней	0,63	0,6	0,48	0,49	0,20	0,02	0,54	0,53	8,05	0,12	7,44
НСР ₀₅	0,38	0,37	0,29	0,30	0,01	0,014	0,33	0,33	4,96	0,07	4,59
Коэффициент вариации, %	12,52	13,53	14,24	11,62	10,52	9,49	3,10	16,66	12,78	12,56	12,30

стольной прививки с последующей закладкой клоно-испытательного участка первого вегетативного поколения сорта Кокур белый.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0006.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0006.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Методические рекомендации по массовой и клоновой селекции винограда на продуктивность /Ялта: ВНИИВиП «Магарач». 1987:1-35.
2. Мазуренко Л.С., Ковалева И.А., Чисников В.С., Гоголинский Д.Н. Клоновая селекция столовых сортов винограда селекции НИЦ «ИВиВ им. В.Е. Таирова // Виноградарство і виноробство. Міжвідомчий тем. наук. збір., Одеса. 2011;48:131 – 136.
3. Панкин М.И., Раджабов А.К., Максимов Р.А., Волкова Е.В. Изучение красных технических сортов и клонов винограда в Анапо-Таманской зоне Краснодарского края: Доклады ТСХА: Сб. статей. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. 2011;283(1):640-644.

4. Downie D.A. Baubles, bangles, and biotypes: A critical review of the use and abuse of the biotype concept. *Journal of Insect Science*. 2010;V:176. Available online: insectscience.org/10.176.
5. White M.L. Winter Injury to Grapevines and Methods of Prevention. 2014. <https://www.extension.iastate.edu/wine/viticulture>.
6. Erias-Dias J.E.J. Status of the Vitis national collection in Portugal. Report of a Working Group on Vitis. Rome, Italy: Biodiversity International, 2008:93-94.
7. Peterlunger E., Celotti E. et al. Effect of training system on Pinot Noir grape and wine composition. *Amer.J. Enol. And Viticult.* 2002;53(1):14-18.
8. Заманиди П.К. Семейство виноградовые (Vitaceae) // Земледелие и животноводство. Афины. 2005;3:22-26; 2005;5:26-28 (греч.).
9. Методические рекомендации по массовой и клоновой селекции винограда. Ялта: ВНИИВиВ «Магарач». 1976:1-31.
10. Лазаревский М.А. Сортоизучение винограда и улучшение сортов клоновым отбором (программа и методика). Ростов-на-Дону: Росиздат. 1952:1-42.
11. Животовский Л.А., Алтухов Ю.П. Метод выделения морфологически «средних» и «крайних» фенотипов по совокупности количественных признаков. Доклады Академии наук СССР. 1980;251(2):473-476.
12. Васылык И.А. Изменчивость продуктивности растений в популяции винограда сорта Мускат розовый и отбор высокопродуктивных клонов. Ялта. 2007:1-20.
13. Отбор высокопродуктивных клонов перспективных сортов и закладка клоноиспытательных участков для промышленного клонового материала: отчет о НИР (заключ.). ИВиВ «Магарач». Инв.№ 1237. Ялта. 1985:1-96.
14. Гоедеке Г., Шеффлинг Х. Клоновая селекция в предварительном испытании по четырехпольному методу (пер. с нем.). *Die Wein. Wissenscatt.* 1970;XI - XII:447-489.
15. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Применение метода многокритериальной оптимизации для отбора кустов-родоначальников клонов в популяции винограда сорта Цитронный Магарача // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2014;1:2-5.
16. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Лиховской В.В. Методические рекомендации по применению метода многокритериальной оптимизации в клоновой селекции. Печатается по постановлению секции Ученого совета по виноградарству ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» от 11.12.2018 г. Ялта. 2018.
17. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Применение метода многокритериальной оптимизации для отбора кустов-родоначальников клонов в популяции винограда сорта Гарс Левелю // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2014;2:2-3.
18. Энциклопедия виноградарства. Кишинев: Гл ред. Молд. Сов. Энци. 1986;2: 52-53.
19. Кени Р.Л., Радора Х. Принятие решений при многих критериях замещения и предпочтения. М: Радио и связь. 1981:1-560.
20. Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины / Под. ред. Авидзба А.М. Ялта: ИВиВ «Магарач». 2004:1-264.

References

1. Guidelines for mass and clonal selection of grapes for productivity. Yalta: NIV&W Magarach. 1987:1-35 (in Russian).
2. Mazurenko L.S., Kovaleva I.A., Chisnikov V.S., Gogulinsky D.N. Clonal selection of table grape varieties selected in the NSC IV&W named after V.E. Tairov // *Viticulture and Winemaking. Them. Scie. Coll. Odessa.* 2011;48:131-136 (in Russian).
3. Pankin M.I., Radzhabov A.K., Maksimov R.A., Volkova E.V. The study of red wine varieties and clones of grapes in the Anapo-Taman zone of the Krasnodar Territory: Reports of the TAA. Collection of scientific works. M.: Publishing house of the RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev. 2011;283(I):640-644 (in Russian).
4. Downie D.A. Baubles, bangles, and biotypes: A critical review of the use and abuse of the biotype concept. *Journal of Insect Science*. 2010;V:176. Available online: insectscience.org/10.176.
5. White M.L. Winter Injury to Grapevines and Methods of Prevention. 2014. <https://www.extension.iastate.edu/wine/viticulture>.
6. Erias-Dias J.E.J. Status of the Vitis national collection in Portugal. Report of a Working Group on Vitis. Rome, Italy: Biodiversity International, 2008:93-94.
7. Peterlunger E., Celotti E. et al. Effect of training system on Pinot Noir grape and wine composition. *Amer.J. Enol. And Viticult.* 2002;53(1):14-18.
8. Zamanidi P.K. Grapes family (Vitaceae). Agriculture and animal breeding. Athens. 2005;3:22-26; 2005;5:26-28 (in Greek).
9. Methodical recommendations for mass and clonal selection of grapes. Yalta: IV&W Magarach. 1976:1-31 (in Russian).
10. Lazarevskiy M.A. Varietal study of grapes and improvement of varieties by clonal selection (program and methodology). Rostov-on-Don: Rosizdat. 1952:1-42 (in Russian).
11. Zhivotovsky L.A., Altukhov Yu.P. The method of identifying morphologically "average" and "extreme" phenotypes based on a set of quantitative traits. Reports of the USSR Academy of Sciences. 1980;251(2):473-476 (in Russian).
12. Vasylyk I.A. Variation in Plant Productivity of a 'Rose Muskat' Population and Selection of Highly Productive Clones of the Cultivar. Yalta. 2007:1-20 (in Russian).
13. Selection of highly productive clones of promising varieties and establishment of clone-testing plots for industrial clonal material: research report (conclusion). IV&W Magarach. Inv. No. 1237. Yalta. 1985:1-96 (in Russian).
14. Goedecke G., Sheffling H. Clone selection in a preliminary test according to the four-field method (translated from German). *Die Wein. Wissenscatt.* 1970;XI-XII:447-489 (in Russian).
15. Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. The use of the multicriteria optimization method in selecting vines - originators of clones in the population of the grape variety Tsitronnyi Magaracha. Magarach. *Viticulture and Winemaking.* 2014.1:2-5 (in Russian).
16. Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Likhovskoi V.V. Methodical recommendations for application of the method of multicriteria optimization in clonal selection. Published by the resolution of the section of Scientific Council for Viticulture of the FSBSI Institute Magarach of the RAS, dated 11.12.2018 Yalta. 2018 (in Russian).
17. Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. The use of the multicriteria optimization method in selecting vines

- originators of clones in the population of the grape variety 'Hars Levelu'. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2014;2:2-3 (in Russian).
18. Encyclopedia of Viticulture. Chisinau: Ch. Ed. of Mold. Sov. Enc. 1986;2:52-53 (in Russian).
19. Keni R.L., Radora Kh. Decision making under many criteria of substitution and preference. M: Radio and communication. 1981:1-560 (in Russian).
20. Methodical recommendations for agrotechnical research in viticulture of Ukraine. Under editorship of Avidzba A.M. Yalta: IV&W Magarach. 2004:1-264 (in Russian).

Информация об авторах

Наталья Леонидовна Студенникова, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории генеративной и клоновой селекции; e-mail: studennikova63@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6304-4321>;

Зинаида Викторовна Котоловец, канд.с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории генеративной и клоновой селекции; e-mail: zinaida_kv@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5889-9416>.

Information about authors

Natalia L. Studennikova, Cand.Agric.Sci., Leading Staff Scientist of the Laboratory of Generative and Clonal Selection; e-mail: studennikova63@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6304-4321>;

Zinaida V. Kotolovets, Cand.Agric.Sci., Senior Staff Scientist of the Laboratory of Generative and Clonal Selection; e-mail: zinaida_kv@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5889-9416>.

Статья поступила в редакцию 4.10.2021 г., одобрена после рецензии 27.10.2021 г., принята к публикации 19.11.2021 г.

Характеристика перспективных гибридных комбинаций табака

Каргина Л.Н., Илюхина В.В.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31

Аннотация. Для рентабельности отрасли табаководства необходимо наличие сортимента сортов табака. Почвенно-климатические зоны Крыма пригодны для возделывания как ценного ароматического, так и скелетного табачного сырья. Целью данной работы являлось изучение созданных гибридных комбинаций табака старших поколений для выявления перспектив их дальнейшего использования. Селекционерами Института «Магарач» создан ряд перспективных сортов и гибридных комбинаций старших поколений – предшественников сортов табака. В данной работе приведены результаты оценки шести гибридных комбинаций старших поколений, а также перспективного сорта Дюбек Предгорный по основным хозяйственно-ценным признакам. Стандартом служили сорта Американ 14, Американ 307 и Дюбек новый. Работа велась на опытном участке, расположенном в Предгорной зоне Крыма, в течение трех лет. В процессе работы проводились фенологические наблюдения, оценка сортов по показателям продуктивности растений, качеству сухого сырья и другим характеристикам. По результатам исследований наиболее перспективной по урожайности и качеству продукции оказалась гибридная комбинация старшего поколения Ароматный × Американ 572, которая может быть рекомендована как новый сорт табака для введения его в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Перспективный сорт Дюбек Предгорный подтвердил хорошие показатели качественных и количественных характеристик для сортотипа Дюбек и рекомендуется для возделывания в фермерских хозяйствах Крыма. Проведенные исследования позволяют увеличить сортовой сортимент крымских сортов табака.

Ключевые слова: хозяйственно ценные признаки; табак; сорт; гибридная комбинация; продуктивность.

Для цитирования: Каргина Л.Н., Илюхина В.В. Характеристика перспективных гибридных комбинаций табака // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4): 344-348. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.006

Characterization of promising hybrid tobacco combinations

Kargina L.N., Ilyukhina V.V.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

Abstract. For profitability of tobacco industry, there must be an assortment of tobacco varieties. The soil and climatic zones of Crimea are suitable for cultivation of both premium aromatic and skeletal tobacco raw materials. The purpose of this work was to study the selected hybrid combinations of older generations of tobacco to identify prospects for their further use. The Institute Magarach breeders have created a number of promising varieties and hybrid combinations of older generations - the predecessor tobacco varieties. This work presents the results of evaluating six hybrid combinations of older generations, as well as the promising variety 'Djubeck Predgornyi' by basic economically valuable traits. The varieties 'American 14', 'American 307' and 'Djubeck Novyi' served as the standard. The work was carried out in the experimental plot located in the Piedmont zone of Crimea for three years. During the working process, phenological observations and the assessment of varieties in terms of plant productivity, quality of dry raw materials and other characteristics were carried out. According to the research results, the most promising in terms of cropping capacity and product quality was the hybrid combination of older generation 'Aromatnyi' × 'American 572', which can be recommended as a new tobacco variety for its introduction into the State Register of Breeding Achievements approved for use. The promising variety 'Djubeck Predgornyi' has confirmed good parameters of qualitative and quantitative characteristics for 'Djubeck' variety, and is recommended for cultivation in Crimean farming. The carried out researches allow increasing the varietal assortment of Crimean tobacco varieties.

Key words: economically valuable traits; tobacco; variety; hybrid combination; productivity.

For citation: Kargina L.N., Ilyukhina V.V. Characterization of promising hybrid tobacco combinations. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2021; 23(4):344-348 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.006

Введение

Для любой сельскохозяйственной культуры крайне важна непрерывность селекционного процесса, когда на смену одним сортам приходят другие, превосходящие их по комплексу хозяйственно ценных признаков [1].

Мониторинг коллекционных сортов табака спо-

собствует выявлению необходимых форм для селекции на высокую продуктивность, качество, оптимальный вегетационный период, устойчивость к болезням и абиотическим факторам внешней среды и включению их в гибридизацию для создания новых сортов, отвечающих требованиям современных инновационных технологий [2].

Селекция табака последних лет направлена на создание принципиально нового сортового состава табака, отвечающего современным требованиям к табач-

Таблица 1. Фенологические показатели перспективных сортов и гибридных комбинаций табака, 2018–2020 гг.
Table 1. Phenological parameters of promising varieties and hybrid combinations of tobacco, 2018–2020.

Название комбинации	№ кат. KST	Цветение, число дней от посадки до		% цветущих растений	
		начала цветения	полного цветения	1-й учет	2-й учет
Американ 14	01916	48,3	74,5	20,4	73,4
Дюбек новый	02120	43,7	75,8	19,6	68,8
Дюбек Предгорный	02151	45,9	72,6	20,7	75,6
Ароматный × Американ 572	02061	43,1	71,4	19,7	72,9
Джебел Басма × Американ 3	02266	47,0	78,6	19,4	58,0
Переможец 83 × Имунный 580	02024	43,2	74,2	19,8	63,6
Дюбек Предгорный × Басма К	02252	43,9	74,2	22,9	69,6
Ароматный × Дюбек новый	02060	44,1	74,3	20,4	68,7
Американ 307	01882	42,5	75,4	20,6	71,8
Берлей 38 × Вирджиния	02273	43,4	73,0	19,6	70,0
НСР ₀₅		1,4	1,4	0,7	3,7

ному сырью [3].

Небольшие по площади и материально слабо обеспеченные фермерские хозяйства нуждаются в сортах, неприхотливых к условиям выращивания, не требующих значительных материальных затрат для получения стабильно высоких урожаев, позволяющих сократить долю ручного труда при их возделывании. Поэтому при селекции новых сортов особое внимание уделяют таким хозяйственно ценными признакам как скороспелость, высокий темп роста, сближенный период созревания листьев, комплексная болезнестойчивость, засухоустойчивость и другие [4, 5].

Сотрудниками Института «Магарач» получены гибридные комбинации табака на основе местных и интродуцированных сортов.

Интродукция и селекция – два взаимосвязанных процесса. Селекция логически завершает процесс интродукции, который, в свою очередь, является основным источником исходного селекционного материала. Селекционеры знают, что успешность работы заключается в использовании разнообразия сортовых и видовых форм, а также образцов дикорастущих популяций. Собрать, объединить и изучить их возможно в коллекционных питомниках и экспозициях различного назначения [6].

Традиционно Крым является зоной производства ценного ароматичного табачного сырья сортотипов Американ и Дюбек. Сортотип Американ возделывался в различных почвенно-климатических зонах Крыма более 300 лет [7, 8]. Сортотип Дюбек возделывался на южном побережье Крыма с 1882 года [9]. Эти сортовые группы представляют собой табаки Восточного подвида со средними и крупными листьями грифообразной формы, со скоро- и среднеспелым типом развития растений. В результате длительной культуры в данных условиях произрастания эти табаки имеют большие преимущества по своим наследственным свойствам и обладают высокой жизнеспособностью и выносливостью [10].

Основным направлением селекции табака являет-

ся создание высокопродуктивных сортов с высоким выходом сырья высших товарных сортов. Устойчивость к стрессовым факторам в настоящее время также является все более приоритетным [10, 11].

Цель работы – изучение перспективных гибридных комбинаций старших поколений, полученных в результате селекционной работы путем скрещивания коллекционных форм табака.

Материалы и методы

Подготовка табачной рассады коллекционных сортов проведена согласно методическим рекомендациям [12], типовым технологическим картам [13], а также методическому руководству [14]. Посадка и уход за растениями в поле соответствовали агрорекомендациям [15]. Все учеты и наблюдения проведены в соответствии с "Методикой селекционной работы по табаку и махорке" [16], «Методиками селекционно-семеноводческих работ по табаку и махорке» [17]. Площадь листовой пластинки определяли по таблицам Ф.Н. Губенко [17]. Убирали табак со всей учетной площади в состоянии технической зрелости, которую определяли визуально [18]. Оценка качества табачного сырья – согласно ГОСТ 8073-77 Табак – сырье неферментированное. Технические условия. Сбор семян согласно методикам селекционно-семеноводческих работ [17] и ГОСТ Р 52325-2005 – Семена сельскохозяйственных растений. Сортотипы и посевные качества. Общие технические условия. Обработка экспериментальных исследовательских данных – согласно методике статистического анализа [19] и в стандартных программах Microsoft Office.

Результаты и обсуждение

В конкурсном сортоиспытании проведена оценка хозяйственно ценных признаков шести перспективных сортов и гибридных комбинаций старших поколений. Стандартами служили сорта Американ 14, Дюбек новый и Американ 307.

Анализ табл.1 показал, что цветение всех сортов было достаточно выровненным и начиналось на 43–48

Таблица 2. Характеристика перспективных сортов и гибридных комбинаций табака по количественным показателям, урожайности и сортности табачной продукции, 2018–2020 гг.

Table 2. Characterization of promising varieties and hybrid combinations of tobacco in terms of quantitative parameters, cropping capacity and variety state of tobacco products, 2018–2020.

Название комбинации	№ каталога, KST	Высота растения, см	Количество листьев, шт.	Площадь листа, см ²	Урожайность, кг/га	Выход высших товарных сортов, %	
						1	2
Американ 14	01916	146,6	23,7	388,1	1336,7	80,5	10,5
Дюбек новый	02120	145,1	23,5	360,7	1259,7	71,7	14,1
Дюбек Предгорный	02151	146,3	25,0	372,9	1381,7	69,2	10,8
Ароматный × Американ 572	02061	150,3	26,0	399,8	1631,7	70,8	11,7
Джебел Басма × Американ 3	02266	135,6	22,8	335,9	1150,0	75,8	20,8
Переможец 83 × Иммунный 580	02024	141,4	23,2	361,5	1235,7	65,1	14,9
Дюбек Предгорный × Басма К	02252	144,1	24,5	366,6	1248,3	35,8	54,1
Ароматный × Дюбек новый	02060	145,0	23,8	336,9	1229,0	26,6	63,4
Американ 307	01882	142,2	24,3	332,6	1228,3	21,3	68,7
Берлей 38 × Вирджиния	02273	145,1	23,5	386,1	1317,3	23,8	66,2
НСР ₀₅		2,8	0,7	16,8	95,2	17,2	18,5

день, и заканчивалось, в основном, на 74–79 день от высадки табака в поле. Позднее цветение растений отмечено у стандартного сорта Американ 14. Наиболее интенсивное цветение наблюдалось у сорта Дюбек Предгорный. У остальных образцов цветущих растений на делянке было 58,0–75,6%. Растения на гибридных делянках Джебел Басма × Американ 3 и Переможец 83 × Иммунный 580 цвели менее интенсивно, однако цветущих растений на делянке было более 50%.

Среди гибридных комбинаций наиболее высокорослой была Ароматный × Американ 572 (табл. 2). Остальные гибридные комбинации были на уровне стандартных сортов или менее высокорослыми (Джебел Басма × Американ 3).

По количеству технических листьев на растении большинство испытуемых образцов были, в основном, на уровне стандартных сортов и имели, в среднем, 23–24 листа на одном табачном растении. Наиболее облиственной была комбинация Ароматный × Американ 572, число технических листьев которой достигало 26, и перспективный сорт Дюбек Предгорный с 25 техническими листьями.

По признаку «размер листовой пластинки» все гибридные комбинации, за исключением Ароматный × Американ 572, были ниже стандартного сорта Американ 14 либо на уровне стандартного сорта Американ 307. Перспективный сорт Дюбек Предгорный и комбинация Дюбек Предгорный × Басма К на уровне стандарта Дюбек новый. Комбинация Ароматный × Дюбек новый ниже стандарта Дюбек новый и на уровне стандарта Американ 307. Перспективная комбинация Берлей 38 × Вирджиния выше стандарта Американ 307 и на уровне стандарта Американ 63.

Наиболее продуктивной среди гибридных комбинаций была Ароматный × Американ 572, урожайность которой существенно превышала стандартные сорта. Комбинация Берлей 38 × Вирджиния была на уровне наиболее продуктивного стандарта Американ

14. Остальные гибридные комбинации по продуктивности были на уровне стандарта Американ 307. Гибридные комбинации Дюбек Предгорный × Басма К и Ароматный × Дюбек новый – на уровне стандарта Дюбек новый, сорт Дюбек Предгорный значительно превышал данный стандарт.

Выход сырья первого и второго товарного сорта у всех образцов был достаточно высоким и составил 80–97 %.

Поражение испытуемых образцов мокрым монтажем было средним и находилось в пределах 4,9–18,7% (табл. 3). Устойчивых к данному заболеванию образцов не выявлено. Наибольшее поражение было у гибридной комбинации Джебел Басма × Американ 3, наименьшее – у стандарта Американ 307 и у комбинации Ароматный × Дюбек новый (4,9 и 5,1% соответственно).

Максимальный уровень поражения ВБТ достигал 15,0 и 18,0% у сортов Дюбек новый и Дюбек Предгорный. У основной массы число заболевших растений находилось в пределах 5,0–12,0%. Все изучаемые комбинации более восприимчивы к данному заболеванию, в сравнении со стандартным сортом Американ 307. Наиболее устойчивыми к вирусу оказались растения гибридной комбинации Берлей 38 × Вирджиния, испытания которого будут продолжены на более жестком инфекционном фоне.

Поражение испытуемых образцов белой пестрицей в указанный период не наблюдалось из-за отсутствия инфекционного фона.

Выводы

Таким образом, проведенное исследование позволило определить перспективность гибридной комбинации старшего поколения Ароматный × Американ 572. Данная комбинация может быть рекомендована как новый сорт табака для введения его в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Перспективный сорт Дю-

Таблица 3. Оценка перспективных сортов и гибридных комбинаций табака по поражению вирусными заболеваниями, 2018–2020 гг.

Table 3. Evaluation of promising varieties and hybrid combinations of tobacco in terms of the viral disease infestation, 2018–2020.

Название комбинации	№ кат. KST	Мокрый монтаж, %	ВБТ (вирус бронзовости томатов), %		Белая пестрица, %
			1.07	1.08	
Американ 14	01916	9,5	5,0	12,0	0
Дюбек новый	02120	10,2	3,0	15,0	0
Дюбек Предгорный	02151	11,5	3,0	18,0	0
Ароматный × Американ 572	02061	11,7	1,0	10,6	0
Джебел Басма × Американ 3	02266	18,7	2,5	10,0	0
Переможец 83 × Иммунный 580	02024	12,0	0	10,6	0
Дюбек Предгорный × Басма К	02252	12,7	3,0	10,0	0
Ароматный × Дюбек новый	02060	5,1	6,0	12,0	0
Американ 307	01882	4,9	0	5,0	0
Берлей 38 × Вирджиния	02273	10,9	0	0	0
НСР ₀₅		2,8	1,5	3,6	0

бек Предгорный, ранее введенный в Государственный реестр селекционных достижений, также подтвердил хорошие показатели качественных и количественных характеристик сортотипа Дюбек и также рекомендуется для введения в производство в фермерских хозяйствах Крыма. Остальные гибридные комбинации: Переможец 83 × Иммунный 580, Ароматный × Дюбек новый и Дюбек Предгорный × Басма К характеризуются хорошими показателями одного или нескольких хозяйственно ценных признаков и могут быть также отнесены к интеллектуальной собственности ФГБУН «ВНИИВиВ «Магараç» РАН» и служить исходным материалом для проведения селекционных работ.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0016.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0016.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

- Иваницкий К.И., Павлюк И.В., Жигалкина Г.Н. Сортоиспытание новых сортов табака // Международный сельскохозяйственный журнал. Москва. 2018;2:59–62.
- Хомутова С.А., Саломатин В.А., Кубахова А.А. Потенциал новых сортов табака для развития табачной отрасли // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014;102(08):1270–1281.
- Хомутова С.А. Использование гибридизации при создании скороспелого исходного материала и сортов табака // Сб. научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий. Краснодар. 2010;179:119–124.
- Хомутова С.А. Создание исходного материала и сортов табака сортотипов Трапезонд и Остролист на основе генофонда мировой коллекции // Научное обеспечение производства сельскохозяйственной и пищевой продукции высокого качества и повышенной безопасности: матер. регион. научно-практ. конф. (28–29 июня 2011 г.), Краснодар. 2011:45–51.
- Павлюк И.В., Жигалкина Г.Н., Ларькина Н.И. Характеристика выделенного в конкурсном сортоиспытании нового сорта табака Остролист 9 // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. 2016;1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-vydelennogo-v-konkursnom-sortoispytanii-novogo-sorta-tabaka-ostrolist-9/viewer>
- Рудь Е.А., Каргина Л.Н. Селекция табака в Крыму. Прошлое и настоящее // Збірник тез Міжнародного наукового симпозиуму. Харків. 2004:27–28.
- Рудь Е.А., Каргина Л.Н. Результаты и перспективы селекции табака в Крыму // Современное состояние табачной отрасли и усиление его научного обеспечения в РФ и странах СНГ. Краснодар. 2000:122–123.
- Каргина Л.Н., Илюхина В.В., Тарнавская З.В., Горбовская Н.И. Табаки Крыма. Культура Дюбеков и Басм в Крыму // Генетичні ресурси рослин, Харків. 2010;7:199–205.
- Кубахова А.А., Хомутова С.А. Оценка перспективных гибридов и сортов табака сортотипа Остролист // Теория и практика актуальных исследований: материалы VII Международной научно-практической конференции: сборник научных трудов (19.08.2014 г.). Краснодар: НИЦ «Априори». 2014:220–223.
- Каргина Л.Н., Илюхина В.В., Мельник Н.И. Влияние внешних факторов на изменчивость количественных и качественных признаков табака в условиях Предгорного Крыма // Сборник научных трудов по итогам конференции «Актуальные вопросы и перспективы развития сельскохозяйственных наук». Омск. 2017:15–18.
- Выращивание рассады табака и махорки. М.: Колос. 1966:24 с.
- Типовые технологические карты возделывания и уборки табака. – Краснодар. 1976:80 с.
- Методическое руководство по проведению агротехнических опытов с табаком в рассадниках. Краснодар. 2013:28 с.
- Методическое руководство по проведению полевых агротехнических опытов с табаком (*Nicotiana tabacum* L.). Краснодар. 2011:44 с.

15. Методики селекционной работы по табаку и махорке. Краснодар. 1974:80 с.
16. Методики селекционно-семеноводческих работ по табаку и махорке: учебно-методическое пособие. Краснодар: Просвещение-Юг. 2016:139 с.
17. Губенко Ф.Н. Таблицы площадей табачных листьев (группа вторая). Симферополь: Изд-во Крымского отделения АН СССР. 1936:43 с.
18. Рудомакха В.П., Алехин С.Н. Совершенствование метода учета урожая табака в полевых опытах // Сб. научных трудов института ГНУ ВНИИТТИ. Краснодар. 2008;177:133–140.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1968:336 с.
7. Rud E.A., Kargina L.N. Results and prospects of tobacco breeding in the Crimea. The current state of tobacco industry and the strengthening of its scientific support in the Russian Federation and the CIS countries. Krasnodar. 2000:122-123 (*in Russian*).
8. Kargina L.N., Ilyukhina V.V., Tarnavskaya Z.V., Gorbovskaya N.I. Crimean tobacco. Culture of 'Dyubek' and 'Basma' in Crimea. Genetic resources of plants, Kharkiv. 2010;7:199–205 (*in Russian*).
9. Kubakhova A.A., Khomutova S.A. Assessment of promising hybrids and varieties of tobacco of the 'Ostrolist' type. Theory and practice of actual researches: materials of the VII International scientific and practical conference: collection of scientific papers (19.08.2014). Krasnodar: SRC "Apriori". 2014: 220–223 (*in Russian*).
10. Kargina L.N., Ilyukhina V.V., Melnik N.I. The effect of external factors on the variability of quantitative and qualitative characteristics of tobacco in the conditions of the Piedmont Crimea. Collection of scientific papers following the Conference: Actual issues and prospects for the development of agricultural sciences. Omsk. 2017: 15-18 (*in Russian*).
11. Growing seedlings of tobacco and makhorka. M.: Kolos. 1966:24 p. (*in Russian*).
12. Typical technological maps of cultivation and harvesting of tobacco. Krasnodar. 1976:80 p. (*in Russian*).
13. Methodical guidelines for conducting agrotechnical experiments with tobacco in nurseries. Krasnodar. 2013:28 p. (*in Russian*).
14. Methodical guidelines for conducting field agrotechnical experiments with tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Krasnodar. 2013:28 p. (*in Russian*).
15. Breeding methods for tobacco and makhorka. Krasnodar. 1974:80 p. (*in Russian*).
16. Methods of selection and seed-growing works for tobacco and makhorka: a teaching guide. Krasnodar: Prosveschenie-Yug. 2016:139 p. (*in Russian*).
17. Gubenko F.N. Tables of tobacco leaf areas (group two). Simferopol: Publishing house of the Crimean branch of the USSR Academy of Sciences. 1936:43 p. (*in Russian*).
18. Rudomakha V.P., Alekhin S.N. Improvement of the method of accounting for tobacco yield in field experiments. Collection of scientific works of the Institute SSU ASRITMTP. Krasnodar. 2008;177:133-140 (*in Russian*).
19. Dospikhov B.A. Field experiment technique. M.: Kolos. 1968: 336 p. (*in Russian*).

References

Информация об авторах

Лидия Николаевна Каргина, ст.науч.сотр. лаборатории генетических ресурсов табака; e-mail: tabakselect@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0504-9041>;

Вера Владимировна Илюхина, науч.сотр. лаборатории селекции табака; e-mail: vviluhina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1171-7264>.

Information about authors

Lidiya N. Kargina, Senior Staff Scientist of the Laboratory of Tobacco Genetic Resources; e-mail: tabakselect@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0504-9041>;

Vera V. Ilyukhina, Staff Scientist of the Laboratory of Tobacco Breeding; e-mail: vviluhina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1171-7264>.

Статья поступила в редакцию 10.11.2021, одобрена после рецензии 17.11.2021 г., принята к публикации 19.11.2021

Создание первичных маточников новых сортов винограда методом зеленой прививки в условиях Терско-Кумских песков

Майстренко Т.А., Дуран Н.А.

Всероссийский НИИВиВ им. Я.И. Потапенко - филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Российская Федерация, Ростовская обл., 346421 Новочеркасск, пр. Баклановский, 166

Аннотация. Целью работы являлось создание первичных маточников интенсивного типа новых сортов винограда ускоренным методом. В работе представлены результаты закладки первичных маточников методом перепрививки корнесобственных насаждений сорта Цветочный в качестве подвоя на новые селекционные сорта столового назначения Илья, Памяти Смирнова, Барт, ИРС на песчаных землях ОАО «Винхоз «Бурунный», Чеченская республика. Зеленые прививки осуществлялись методом окулировки на зеленый побег с пробуждением глазка на высоте 20–25 см и 40–45 см над уровнем почвы, без пробуждения глазка – на высоте 20–25 см. По результатам данных за 2018 и 2019 гг. сделан вывод о перспективности создания маточников методом зеленой прививки окулировкой. Лучшие данные по приживаемости прививок и их развитию получены в варианте выполнения прививки методом окулировки на высоте 20–25 см с пробуждением глазка, приживаемость прививок в среднем по сортам составила от 74 до 94 %; в варианте с производством окулировки на высоте 40–45 см – 71–88,5%. Метод перепрививки кустов на высоте 20–25 см от поверхности почвы позволил на следующий после прививки год заготовить от 0,86 до 4,2 стандартных черенков нового сорта с одного куста.

Ключевые слова: глазок; зеленая прививка; маточник; окулировка; питомниководство; подвойный сорт; привойный сорт; прирост; черенок.

Для цитирования: Майстренко Т.А., Дуран Н.А. Создание первичных маточников новых сортов винограда методом зеленой прививки в условиях Терско-Кумских песков // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4): 349-355. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.007

Establishment of foundation nurseries of new grape varieties using method of green grafting in the growing conditions of the Tersko-Kuma sands

Maystrenko T.A., Duran N.A.

All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I.Potapenko – branch of the FSBSI Federal Rostov Agrarian Research Center, 166 Baklanovsky Ave., 346421 Novochechassk, Rostov Region, Russian Federation

Abstract. The aim of the work was to establish intensive type foundation nurseries of new grape varieties by an accelerated method. The paper presents the results of establishing foundation nurseries using sugreffage method of own-rooted plants of the 'Tsvetochnyi' variety as a rootstock for new breeding table varieties 'Ilya', 'Pamyati Smirnova', 'Bart', 'IRS' on sandy lands of OJSC Vinkhoz Burunnyy of the Chechen Republic. Green grafting was carried out using method of oculation on green shoots with bud awakening at a height of 20-25 cm and 40-45 cm above the soil level, without bud awakening at a height of 20-25 cm. Based on the data results for 2018 and 2019, the prospects of establishing nurseries using method of green grafting were concluded. The best data on grafting survival ability and development was obtained in the variant of oculation with bud awakening at a height of 20-25 cm and ranged from 74% to 94%; in the variant with oculation at a height of 40-45 cm - 71% - 88.5%. The sugreffage method of bushes at a height of 20-25 cm above the soil level allowed harvesting the next year after grafting from 0.86 to 4.2 standard cuttings of new variety per one bush.

Key words: bud; green grafting; nursery; oculation; rootstock-growing; rootstock variety; scion variety; growth amount; cutting.

For citation: Maystrenko T.A., Duran N.A. Establishment of foundation nurseries of new grape varieties using method of green grafting in the growing conditions of the Tersko-Kuma sands. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(4):349-355 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.007

Введение

Размножают виноград, как и большинство плодовых культур, чаще вегетативным путем: черенками, отводками, прививкой на филлоксероустойчивые подвои, окулировкой и т.д. Среди вегетативных органов винограда самой высокой способностью укореняться и возобновлять рост обладают однолетние

побеги, из которых заготавливают черенки [1]. Для развития виноградарства и виноделия первостепенное значение имеет увеличение площадей, занятых высококачественными и урожайными сортами винограда. В настоящее время площади ценных сортов винограда крайне ограничены. Во многих регионах крайне мало сортов с повышенной устойчивостью к морозу [2].

В настоящее время, актуальной становится разработка интенсивных технологий ведения маточников, увеличение коэффициента размножения посадочного

материала и ускорения его воспроизводства. Это возможно только при серьезном развитии питомниководства как науки: система, способы и приемы создания насаждений на основе фундаментальных знаний, физиологических и генетических особенностей сортов с учетом их адаптационных реакций на условия среды [3].

При обычных способах выращивания посадочного материала в школах из черенков стандартной длины ценные дефицитные сорта размножаются медленно и внедрение их в производство задерживается, а, в связи с карантинном из-за филлоксеры, возможность перемещения резко ограничена

В условиях корнесобственной культуры винограда наилучшие результаты по приживаемости и выходу стандартных саженцев дает выращивание посадочного материала из укороченных одревесневших и зеленых черенков в полиэтиленовых теплицах. В условиях заражения филлоксерой – прививка зеленым на зеленый побег подвоя методом окулировки, копулировки [4].

Ускоренное размножение нового или ценного стародавнего сорта, создание маточников крайне важно для сортосмены и быстрого внедрения в производство.

Анализ текущего состояния виноградарства и виноделия показывает наличие ряда системных проблем, сдерживающих устойчивое отраслевое развитие в среднесрочной и долгосрочной перспективе:

- отсутствие системной государственной поддержки виноградарства и виноделия, способствующей оперативному и адекватному реагированию на современные вызовы и рост предпринимательской активности в отрасли;

- слабое развитие питомниководческой базы в виноградарстве и недостаток отечественного посадочного материала при наличии ограничений на ввоз посадочного материала винограда из стран Европейского союза.

И как раз одной из важных задач современного питомниководства является разработка эффективных способов ускоренного размножения винограда. В настоящее время технологии зеленого черенкования отводятся ведущее место в размножении виноградных растений [5, 6].

Фундаментом стабильного развития виноградарской отрасли является питомниководство. От развития питомниководческой базы зависит развитие отрасли – срок эксплуатации виноградных насаждений, их потенциальная и фактическая продуктивность, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, экономическая эффективность производства в целом [7]

Для восстановления виноградарства России в стратегии развития до 2025 г. предполагается довести площади виноградных насаждений до 125,7 тыс. га; создать питомниководческую базу, полностью обеспечивающую потребность отрасли в посадочном материале в объеме 17,7 млн шт. саженцев наиболее перспективных и конкурентоспособных сортов [8].

Одними из самых перспективных методов выра-

щивания посадочного материала являются методы прививки на взрослые кусты винограда, размножение *in vitro*, создание привитых и корнесобственных вегетирующих саженцев, закладка маточников на песчаных землях и т.д.) [9].

Молодые побеги пластичны, богаты меристематическими тканями, что способствует быстрому образованию каллусной ткани [6].

В нашей стране и за рубежом накоплен определенный опыт по вегетативному размножению растений, в том числе с использованием зеленых черенков. Значительные работы в этом направлении проведены российскими исследователями [9, 10].

При изучении литературных источников установлено, что отсутствуют данные о потенциальной продуктивности лозоношения маточников, посаженных саженцами, выращенных из зеленых черенков, укороченных одревесневших, *in vitro*, и с использованием различных способов прививки на взрослые кусты. Поэтому необходимо провести исследование по данной проблематике. Необходимо разработать агротехнические приемы, позволяющие ускоренно размножить сорт: создать первичный маточник ускоренным методом, разработать технологии ускоренного вступления маточника в процесс лозоношения, получить наибольшее количество черенков, а в дальнейшем и саженцев с куста.

Здесь значительную роль могло бы сыграть ускоренное создание первичного маточника методом перепрививки плодоносящих насаждений (отработанных, т.е. уже достаточно размноженных), зеленое черенкование, выращивание саженцев из укороченных черенков и размножение другими способами.

Прививка винограда известна с глубокой древности. Однако наибольшее развитие она получила в связи с распространением филлоксеры и началом производства привитых виноградных саженцев. Наряду с этим в различных странах как в прошлом, так и в настоящее время довольно широко применяются методы зеленой прививки, которые используются для различных целей: создания новых виноградников, ликвидации изреженности насаждений, ускоренного размножения ценных сортов, в селекционной работе и др. [11].

Большой интерес представляет перепрививка взрослых кустов с целью замены сорта или омоложения структуры куста без потери урожая. Прививка проводится на зеленых порослевых побегах методом окулировки вприклад без пробуждения глазка, с пробуждением глазка и копулировкой [12].

Место проведения и методика

Закладка опыта по созданию маточников новых сортов винограда – Илья, Барт, ИРС, Памяти Смирнова, методом перепрививки кустов сорта Цветочный были проведены в ГУП «Винхоз «Бурунный» Шелковского района Чеченской Республики в 2018–2019 гг. (Терско-Кумский песчаный массив).

Наиболее теплой частью Терских песков является центральная полоса по линии от ст. Червленной до с. Махмуд–Мектеб, в ст. Червленная зимой температура в среднем составляет минус 11 °С.

Самым жарким месяцем по всей территории Терско-Кумских песков является июль. Самая высокая среднемесячная температура отмечается в ст. Червленной (+25 °С).

Наиболее холодными декадами являются вторая и третья января и первая декада февраля. Переход через среднесуточную температуру плюс 10 °С в ст. Червленная происходит плавно, во второй декаде апреля. Осенью переход через среднесуточную температуру 10 °С часто происходит в третьей декаде октября.

Наибольшее число безморозных дней в станции Червленной – от 290 до 300. Наибольшее число с морозами – 63–75. Сумма положительных среднесуточных температур воздуха за период с температурой воздуха выше 10 °С составляет 3100 °С [13].

Песчаные почвы опытного участка по содержанию основных элементов питания находятся в минимуме, за исключением калия. Содержание на глубине 80–100 см: P_2O_5 – 1,03 мг/100 г; NO_3 – 1,03 мг/100 г; общее содержание K_2O – 0 мг/100 г. Содержание гумуса 0,9–1% с постепенным уменьшением до 0,1–0,03% на глубине до 200 см. Реакция почв в гумусовых горизонтах слабощелочная (рН 7,3–7,6), ниже – щелочная (рН 7,7–8,0). Годовой коэффициент увлажнения в этой зоне снижается до 0,3–0,2, а в летние месяцы – до 0,1. Летом средняя влажность воздуха ниже 40%, днем опускается до 8–5% [13].

Размножение новых дефицитных сортов было выполнено методом окулировки на зеленые побеги. В качестве подвойного сорта на песчаных землях при отсутствии насаждений подвойных сортов винограда был использован сорт Цветочный.

Выполнялись работы по перепрививке на сорте Цветочный в качестве подвоя в 2018 и 2019 гг. (Винхоз «Бурунный», Чеченская Республика).

Была проведена закладка следующих вариантов опытов.

1 Вариант: перепрививка кустов зеленым щитком на зелёный побег с пробуждением глазка на высоте 20–25 см от уровня почвы – два побега по 1 глазку.

2 Вариант: перепрививка кустов щитком на зелёный побег с пробуждением глазка на высоте 40–45 см: 2 побега по 1 глазку.

3 Вариант: перепрививка кустов щитком на зелёный побег без пробуждения глазка на высоте 20–25 см: 2 побега по 1 глазку.

Прививки выполнены методом окулировки с пробуждением глазка, выполнялись в период с 15 по 20.06, без пробуждения глазка – в конце июля–начале августа (рис.).

Наблюдения и исследования проводились по методикам, разработанным Л.М Малтабаром и А.Г. Ждамаровой [14].

Оценка качества исходного материала для прививки винограда проводилась с учетом диаметра, свежести и здорового состояния черенков и глазков. Для прививки использовались зеленые черенки привоя и побеги подвоя, имеющие одинаковый диаметр от 7 до 12 мм.

Черенки привоя и кусты подвоя должны быть свободны от болезней.



Рис. Вариант 1 – прививка окулировкой на высоте 20–25 см от поверхности почвы

Fig. Variant 1 - grafting by oculation at a height of 20–25 cm above the soil level

Свежесть черенков определяется на поперечных косых срезах, сделанных острым ножом, путем надавливания на черенок тупой стороной ножа (на поверхности должна выступать влага).

Сохранность глазков на привойных черенках должна составлять 100%. Полноценным считается глазок, у которого хорошее развитие и имеется не менее двух живых почек.

При определении качества прививок учитывались следующие требования:

- привойные и подвойные черенки должны быть одного диаметра, при этом камбий привоя и подвоя при соединении трансплантатов должен полностью совпадать;

- привой должен прочно держаться на подвое, что проверяется встряхиванием;

- учет приживаемости прививок через 1 месяц после производства прививки и снятия обвязки с места прививки.

На опытных участках каждого варианта опыта подсчитывалось общее число сделанных прививок и число прижившихся. По этим показателям рассчитывают процент приживаемости.

Результаты исследований

На перепрививку 100 кустов подвойного сорта потребовалось 200 глазков привойного сорта при производстве двух прививок на куст. Итого для постановки опыта по трем вариантам требуется 600 глазков или 100 шт. 6-глазковых зеленых черенков, что можно заготовить с 4–5 взрослых кустов чеканкой побегов. Приживаемость прививок в большей степени зависит от качества зеленого черенка и опыта прививальщика. Черенок был срезан с кустов селекционных насаждений ВНИИВиВ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ (г. Новочеркасск), доставлен за 10 ч к месту прививки, помещен в бытовой холодильник для хранения. Прививка на участке в Винхозе «Бурунный» выполнялась в течение 4–5 дней. Длительное хранение сказывается

Таблица 1. Приживаемость прививок в ГУП «Винхоз «Бурунный», Чеченская Республика
Table 1. The grafting survival ability in the OJSC Vinkhoz Burunny of the Chechen Republic

Наименование сорта, вариант опыта	Подсчет приживаемости, время	Дата производства прививки	Сделано прививок, шт.	Приживаемость кустов, %
Илья, вариант № 1	В год прививки	15.06	100	92,0
Илья, вариант № 2	В год прививки	15.06	100	88,5
Илья, вариант № 3	В год прививки	1.08	100	76,0
Илья, вариант № 3	Последующий год за прививкой	приживаемость на 11.05	100	57,5
Памяти Смирнова, вариант № 1	В год прививки	16.06	100	94,0
Памяти Смирнова, вариант № 2	В год прививки	16.06	100	78,5
Памяти Смирнова вариант № 3	В год прививки	2.07	100	52,5
Памяти Смирнова, вариант № 3	Последующий год за прививкой		100	36,5
Барт, вариант № 1	В год прививки	17.06	100	86,0
Барт, вариант № 2	В год прививки	17.06	100	80,0
Барт, вариант № 3	В год прививки	28.07	100	75,0
Барт, вариант № 3	Последующий год за прививкой	приживаемость на 11.05	100	55,0
ИРС, вариант № 1	В год прививки	18.06	100	74,0
ИРС, вариант № 2	В год прививки	18.06	100	71,0
ИРС, вариант № 3	В год прививки	29.07	100	38,0
ИРС, вариант № 3	Последующий год за прививкой	приживаемость на 11.05	100	31,0

отрицательно на приживаемости прививок.

Приживаемость прививок колеблется по вариантам опыта и сортам. По вариантам опыта с пробуждением глазка прослеживается тенденция: чем ниже к поверхности почвы сделана прививка, тем выше приживаемость, вероятно, это связано с тем, что нижний срез на черенке подвоя остается влажным более длительное время из-за быстрого поступления сока. В Варианте 1 (прививка 20–25 см над уровнем почвы) приживаемость по сортам составила: 94,0 % у сорта Памяти Смирнова; 92 % у сорта Илья; 86 % у сорта Барт и 74% у сорта ИРС. В Варианте 2 (прививка 40–45 см над уровнем почвы) приживаемость в среднем отмечена ниже: 88,5 % – у сорта Илья; 80 % – у сорта Барт; 78,5 % – у сорта Памяти Смирнова; 71 % – у сорта ИРС. Снижение процента приживаемости внутри варианта отличается по сортам винограда, и объясняется длительностью хранения черенка: от 1–2 дня у сортов Илья и Памяти Смирнова; 3–4 дня у сортов Барт и ИРС. Однако варианты опыта в пределах сорта выполнялись в один день, и снижение приживаемости по Варианту 2 объясняется тем, что, чем выше прививка от почвы, тем хуже поступление питания и воды (табл. 1).

В Варианте 3 прививка проводилась с конца июля до первой декады августа и только на высоте 20–25 см, так как при выполнении выше срез быстрее подсыхал, для этого периода характерна жаркая, сухая погода, отчего поступление сока снижается. Вторым аргументом – легче укрыть место прививки на зиму окучиванием с применением механизации. Приживаемость составила в год прививки на сорте Илья – 76,0 %; сорте

Памяти Смирнова – 52,5 %; сорте Барт – 75,0 % и сорте ИРС – 38 %. Однако в Варианте 3 привитый черенок уходит в зиму только с вызревшим глазком, без развития его в побег, в процессе перезимовки часть глазков погибает, что отрицательно влияет на общую приживаемость. После перезимовки приживаемость прививок составила: на сорте Илья – 57,5 %; на сорте Памяти Смирнова – 36,5 %; на сорте Барт – 55% и на сорте ИРС – 31 %. В среднем, приживаемость снизилась на 7–18,5 %. Приживаемость прививок в Варианте 3 без пробуждения глазка была ниже всего, здесь сказываются сроки и условия производства прививок: прививка проводится со второй половины июня до первой декады августа при жаркой, сухой погоде. Перезимовка привитого глазка происходит в укрывном валу, где иногда наблюдается выпревание или подмерзание глазка в зависимости от сложившихся погодных условий в период покоя (табл. 1).

Биометрические показатели прироста оказались разными по сортам. Лучшие показатели оказались в варианте без пробуждения глазка, т.к. промеры проводились на следующий год после производства прививки, вегетация неукороченная и прирост, и вызревание лозы были на высоком уровне. В Вариантах 1 и 2 для роста, развития и вызревания лозы не хватало времени, т.е. вегетация была короче на 60–70 дней. Прививки сделаны в период с 15 по 20.06, глазок проснулся еще через 7–10 дней. Результаты промеров прироста представлены на 25.09 в табл. 2.

Сорта Илья и Памяти Смирнова среднерослые, однако прослеживается общая тенденция: прирост и развитие кустов меньше в варианте опыта № 2, где

Таблица 2. Биометрические показатели привитых кустов винограда, ГУП «Винхоз «Бурунный», Чеченская Республика

Table 2. Biometric indicators of grafted grape bushes, OJSC Vinkhoz Burunny, the Chechen Republic

Вариант опыта	Сорт	Год прививки, промеров лозы	Длина побега, см	Диаметр побега, мм	Площадь листовой поверхности прироста, см ²	Вызревание побега,	
						см	%
№1	Илья	2018/2018	49,0	3,4	1275,2	19,3	39,5
№1	Илья	2019/2019	76,3	4,2	1680,5	67,5	88,5
среднее			62,65	3,8	1477,8	43,4	64,0
№ 2	Илья	2018/2018	31,4	2,3	1071,5	9,9	31,6
№2	Илья	2019/2019	58,4	3,8	1118,6	44,8	76,7
среднее			44,9	3,0	1095,0	27,3	54,2
№3,	Илья	2018/2019	68,5	4,2	1162,4	57,9	84,5
№ 3	Илья	2019/2020	118	4,6	1423,3	66,3	56,2
Среднее			93,3	4,4	1292,8	62,1	70,35
№1	Памяти Смирнова	2018/2018	31,3	3,4	965,2	8,4	26,7
№1	Памяти Смирнова	2019/2019	88,7	4,5	1315,0	52,6	59,3
среднее			60,0	4,0	1140,1	30,5	43,0
№2	Памяти Смирнова	2018/2018	27,9	2,6	864,3	4,3	15,4
№2	Памяти Смирнова	2019/2019	61,3	3,9	1283,1	34,3	55,9
среднее			44,6	3,2	1073,7	19,3	35,6
№3	Памяти Смирнова	2018/2019	61,3	3,9	1386,8	40,9	66,7
№ 3	Памяти Смирнова	2019/2020	138	5,6	1672,2	64,5	46,7
среднее			99,6	4,8	1529,5	52,7	56,7
№1	ИРС	2018/2018	66,07	3,62	1181,3	21,7	32,53
№2	ИРС	2018/2018	53,83	3,52	1097,2	19,1	30,20
№3	ИРС	2018/2019	93,97	5,01	1371,3	55,9	59,53
№1	Барт	2018/2018	68,07	3,94	1071,5	21,0	30,53
№2	Барт	2018/2018	50,43	3,35	987,2	11,8	23,37
№3	Барт	2018/2019	79,83	4,15	1386,8	28,6	35,83

прививки сделаны на высоте 40–45 см от уровня почвы. Вызревание лозы в большей степени зависело от сортовых особенностей. По сортам прирост был выше в варианте опыта № 1 в среднем на 12,14 см у сорта ИРС; 15,4 см – у сорта Памяти Смирнова; 17,64 см – у сорта Барт и на 17,75 у сорта Илья. Диаметр побега отмечен больше в варианте опыта № 1 на 0,1–0,8 мм. Вызревание побегов также было выше в варианте опыта № 1 по всем сортам. Площадь листовой поверхности также выше в варианте опыта 1 (табл. 2).

Биометрические показатели прироста лозы в варианте № 3 были выше, но это потому, что промеры выполнялись в следующий после прививки год, развитие побега длилось полный период вегетации: от начала распускания почки в апреле до октября.

В год прививки привитые кусты были укрыты на зиму, т.к. вызревание лозы было не более 50 % и молодой прирост надо было защитить от возможных негативных влияний зимнего периода. Весной следующего за прививкой года обрезка лозы была выполнена на 2–3 глазка, развилось в среднем по два побега на прививку, т.е. по четыре побега на куст. В 3-м варианте развились один–два побега, т.к. почка пробудилась

весной следующего года после прививки.

Прирост лозы был средним, засушливое лето и нехватка питания на песчаных почвах сказались негативно на развитии молодых кустов. Осенью 2019 г. была сделана заготовка черенка, данные по выходу стандартного черенка приведены в табл. 3. В 2020 г. не удалось проследить за заготовкой и развитием кустов.

В первый год после прививки выход черенка был выше в Варианте 1, где прививка выполнялась на высоте 20–25 см над уровнем почвы, формировка – приземный кордон.

Заключение

Для первичного размножения и создания маточников новых дефицитных сортов винограда перспективен метод перепрививки взрослых кустов насаждений любого «ненужного» сорта в возрасте до 7–10 лет, если нет насаждений подвойного сорта. Особенно это актуально для песчаных земель, где насаждения корнесобственные. Для этого необходимо срезать кусты на «черную голову», сформировать 3–5 побегов (зависит от развития кустов), выбрать два побега для прививки, подходящих по диаметру прививаемых черенков нового сорта, выполнить прививку и удалить

лишние побеги. В течение вегетации выполняются работы по уходу за перепривитыми кустами: работы общепринятые для виноградных маточников с дополнительными работами по подавлению роста побегов подвойного сорта, 3–4 раза за сезон. Перепрививка на взрослые кусты предпочтительнее обычного традиционного способа закладки маточника саженцами, так как выше коэффициент размножения, выше приживаемость и в итоге – более быстрое вступление маточника в лозоношение.

Выражаем признательность Майстренко Л.А. – за помощь при постановке опытов и конструктивные замечания при редактировании статьи.

Источник финансирования

Работа выполнена при поддержке Всероссийского научно-исследовательского института виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко – филиал Федерального бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» в рамках аспирантской подготовки.

Financing source

This work was supported by the All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I.Potapenko – branch of the FSBSI Federal Rostov Agrarian Research Center within the framework of postgraduate training.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Виноград и виноделие. Киев. ООО Юнивест Медиа, 2013:244.
2. A. Maistrenko, L. Maistrenko, N. Duran and N. Matveeva White technical variety of Platovsky grapes for quality ecological winemaking // E3S Web of Conferences, Том 273 (2021), XIV Международная научно-практическая конференция "Состояние и перспективы развития АПК-ИНТЕРАГРОМАШ 2021". Ростов-на-Дону. Россия. 2021.
3. Концепция развития виноградарства и виноделия в Российской Федерации на период 2016–2020 годов и плановый период до 2025 года (проект). МСХ РФ. Москва. 2016:1-65.
4. Малых Г.П., Яковцева О. Л. Обоснование новых технологических приемов выращивания привитых вегетирующих саженцев винограда. LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2017:1-112.
5. Ребров А.Н., Дорошенко Н.П. Создание базисных маточников винограда на песчаных почвах // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;67(1):134–150. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-134-150
6. Аладина О.Н. Оптимизация технологии зеленого

Таблица 3. Данные по заготовке черенка с привитых кустов, 2019 г.
Table 3. Data on cuttings harvested from grafted bushes, 2019

Вариант опыта	Сорт	Количество кустов, прививка 2018 г., шт.	Выход стандартного черенка, шт.	Выход стандартного черенка с одного куста, шт.
№1	Илья	96	400	4,2
№2	Илья	93	280	0,86
№3, 2019 г.	Илья	74	70	0,94
Σ =			750	
№1	Памяти Смирнова	86	350	4,07
№2	Памяти Смирнова	80	210	2,62
№3, 2019 г.	Памяти Смирнова	75	75	1,0
Σ =			635	
№1	ИРС	93	350	3,76
№2	ИРС	82	160	1,95
№3, 2019 г.	ИРС	57	55	0,96
Σ =			565	
№1	Барт	74	275	3,72
№2	Барт	38	80	2,10
№3, 2019 г.	Барт	31	30	0,97
Σ =			385	

черенкования садовых растений. // Известия ТСХА. 2013;4:7–12.

7. Егоров Е.А., Шадрин Ж.А., Кочьян Г.А. Оценка состояния и перспективы развития виноградарства и питомниководства в Российской Федерации // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;61(1):1–15. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-1-61-1-15
8. Рекомендации по интенсивному размножению ценных сортов винограда. Москва. Колос, 1983:17.
9. Хайлова О.В., Денисов Н.И. Влияние сроков черенкования на укореняемость зеленых черенков древесных растений // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия «Естественные науки» 2012;9(128):49–54.
10. Хисамутдинов А. Ф., Красохина С.И. Эффективные способы и режимы прививки при восстановлении прививочной части кустов винограда // Интенсификация плодородия Беларуси: традиции, достижения, перспективы: Материалы Международной науч. конференции, посвященной 85-летию Института плодородия, 2010:160-164.
11. Радчевский П.П. Выращивание виноградного посадочного материала способом прививки к укорененному подвою: Дисс. кандидата сельскохозяйственных наук: спец. 06.01.07. Краснодар, 1984:1-175.
12. Заурбеков Ш.Ш., Бекмурзаева Л.Р., Братков В.В. Оценка изменений современных агроклиматических условий природных ландшафтов Чеченской Республики // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. Махачкала. 2016;10(2):83–92.
13. Магомедов А.С., Макарова А.Г., Батукаев А.А. Влияние борных удобрений на развитие и продуктивность

винограда сорта Молдова при выращивании на песчаных почвах // Известия Чеченского государственного университета. 2019;2(14):41–46.

14. Малтабар Л.М., Ждамарова А.Г. Методики проведения агробиологических учетов и наблюдений по виноградарству. Краснодар. 1982:28.

References

1. Grapes and winemaking. Kiev: OOO Uninvest Media. 2013:1-244 (*in Russian*).
2. Maistrenko A., Maistrenko L., Duran N. and Matveeva N. White technical variety of Platovsky grapes for quality ecological winemaking. E3S Web of Conferences, Vol. 273 (2021), the XIV International Scientific and Practical Conference "The state and prospects of development of the agro-industrial complex-INTERAGROMASH 2021". Rostov-on-Don. Russia. 2021.
3. The concept of the development of viticulture and winemaking in the Russian Federation for the period 2016-2020 and the planned period until 2025 (project). Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Moscow. 2016:1-65 (*in Russian*).
4. Malykh G.P., Yakovtseva O.L. Justification of new technological methods of growing grafted vegetative grape seedlings. LAP LAMBERT Academic Publishing RU. 2017:1-112 (*in Russian*).
5. Rebrov A.N., Doroshenko N.P. Creation of basis grape uterine plantation of sandy soils. Fruit growing and viticulture in the South Russia. 2021;67(1):134-150 (*in Russian*). DOI: 10.30679/2219-5335-2021-1-67-134-150.
6. Aladina O.N. Optimization of the technology of green cuttings of garden plants. TAA news. 2013;4:7-12 (*in Russian*).
7. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Assessment of condition and development prospects of viticulture and nursery in the Russian Federation. Fruit growing and viticulture in the South Russia. 2020;61(1):1-15 (*in Russian*). DOI: 10.30679/2219-5335-2020-1-61-1-15
8. Recommendations for intensive propagation of valuable grape varieties. M.: Kolos. 1983:1-17 (*in Russian*).
9. Haylova O.V., Denisov N. I. The effect of the time of graftage on the rootability of green cuttings of woody plants. Scientific Bulletin of the Belgorod State University. 2012;9(128):49-54 (*in Russian*).
10. Khisamutdinov A.F., Krasokhina S.I. Effective methods and modes of grafting when restoring the grafted part of grape bushes. Intensification of fruit growing in Belarus: traditions, achievements and prospects. Materials of the International Scientific Conference dedicated to the 85th anniversary of the Institute of Fruit Growing. 2010:160-164 (*in Russian*).
11. Radchevskiy P. P. Cultivation of grape planting material by grafting to a rooted rootstock: Dissertation of the Candidate of Agricultural Sciences: spec. 06.01.07. Krasnodar. 1984:1-175 (*in Russian*).
12. Zaurbekov Sh.Sh., Bekmurzaeva L.R., Bratkov V.V. Assessment of changes in the modern agro-climatic conditions of natural landscapes of the Chechen Republic. News of the Dagestan State Pedagogical University. Natural and exact sciences. Makhachkala. 2016;10(2):83-92 (*in Russian*).
13. Magomadov A.S., Makarova A.G., Batukayev A.A. The effect of boron fertilizers on development and efficiency of Moldova grapes at cultivation on sandy soils. News of the Chechen State University. 2019;2(14):41-46 (*in Russian*).
14. Maltabar L.M., Zhdamarova A.G. Methods of conducting agrobiological records and observations on viticulture. Krasnodar. 1982:1-28 (*in Russian*).

Информация об авторах

Татьяна Александровна Майстренко, аспирант; e-мэйл: tatianochka.m@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7298-3726>;

Надежда Александровна Дуран, ст. науч. сотр. лаборатории селекции винограда; e-мэйл: vixen767@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5763-3827>.

Information about authors

Tatiana A. Maystrenko, Graduate Student; <https://orcid.org/0000-0002-7298-3726>;

Nadezhda A. Duran, Senior Staff Scientist of the Laboratory of Grape Breeding; e-mail: vixen767@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5763-3827>.

Статья поступила в редакцию 15.09.2021 г., одобрена после рецензии 20.10.2021 г., принята к публикации 19.11.2021 г.

Влияние способа ведения и формирования виноградных кустов на показатели плодородности и продуктивности насаждений

Майбородин С.В.

Донской государственный аграрный университет, Россия, Ростовская область, Октябрьский район, 346493 пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова 24

Аннотация. В настоящее время на промышленных виноградниках в различных регионах России возделывается множество разновидностей технических сортов винограда. Проведено сравнение двух технических сортов, возделываемых в условиях Нижнего Придонья, дана оценка влияния способов ведения и формирования кустов этих сортов при индустриальной технологии выращивания (схема посадки – 3 x 1,5 м) на количество и качество урожая: неукрывных высокоштабных насаждений технического сорта Кристалл венгерской селекции и сорта винограда межвидового происхождения Цветочный, выведенного во ВНИИВиВ им Я.И. Потапенко. Полученные в ходе исследований данные позволяют сравнить влияние различных способов ведения, типов формирования кустов и их нагрузки побегами на показатели плодородности насаждений, а также количество и качество полученного урожая. Показавшие лучшие результаты способы ведения и формирования кустов для климатической зоны Нижнего Придонья могут быть рекомендованы к использованию. В насаждениях сорта Кристалл рекомендуется использовать малую чашевидную и 2-рукавную высокоштабную формировку кустов; в насаждениях сорта Цветочный – зигзагообразный кордон и Y-образную формировку, с увеличением нагрузки до 35 побегов на куст при схеме посадки 3 x 1,5 м. Рекомендуемые способы ведения и формирования кустов винограда сортов Кристалл и Цветочный позволят получать стабильные и качественные урожаи.

Ключевые слова: гроздь; сорт; урожайность; нагрузка; плодородность.

Для цитирования: Майбородин С.В. Влияние способа ведения и формирования виноградных кустов на показатели плодородности и продуктивности насаждений. // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4): 356-360. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.008

The effect of the method of management and training grape bushes on the indicators of planting fertility and productivity

Mayborodin S.V.

Don State Agrarian University, 24 Krivoshlykova str., 346493 Persianovsky village, Otyabrskiy township, Rostov region, Russia

Abstract. Currently, a wide range of wine grape varieties is cultivated in industrial vineyards of various regions of Russia. We compared two wine varieties cultivated in the conditions of the Lower Don region, and assessed the effect of methods of bush management and training these varieties with industrial cultivation technology (planting scheme - 3 x 1.5m) on the quantity and quality of the yield: open-earth high-head plantings of wine variety 'Cristall' of Hungarian selection and the variety of interspecific origin 'Tsvetochnyi', bred in the All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I.Potapenko. The data obtained in the course of the research allow us to compare the effect of different management methods, types of bush training and loading with shoots on the indicators of plant fertility, as well as the quantity and quality of the obtained yield. The methods of management and training bushes for the climatic zone of the Lower Don region with better results can be recommended for introduction. For the 'Cristall' plantings, it is recommended to use a small cup-shaped and two-armed high-stem bush training; for the 'Tsvetochnyi' plantings - a zigzag cordon and a Y-shaped bush training with loading increase up to 35 shoots per bush, and a planting scheme - 3 x 1.5 m. The recommended methods of management and training grape bushes of wine varieties 'Cristall' and 'Tsvetochnyi' will make it possible to obtain stable and high-quality yields.

Key words: bunch; variety; cropping capacity; load; fertility.

For citation: Mayborodin S.V. The effect of the method of management and training grape bushes on the indicators of planting fertility and productivity. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(4):356-360 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.008

Введение

В зоне северного промышленного виноградарства, к которой можно отнести Ростовскую область, актуальным является вопрос адаптированности сортов винограда к суровым условиям зимнего периода. Из-за географического положения виноградники подверже-

ны довольно частым наступлениям холодных воздушных потоков в осеннее-зимний период, что приводит к критическим понижениям среднесуточных температур, создавая опасности для перезимовки европейских сортов винограда. Наиболее приспособленными к таким нестабильным условиям зимнего периода на Дону являются сорта межвидового происхождения с повышенной морозоустойчивостью: Цветочный, Кристалл, Первенец Магарача, Платовский, Левокум-

ский, Бианка и другие, поэтому здесь делается ставка на закладку части площадей сортами, наиболее адаптированными к условиям Нижнего Придонья, что позволяет вести неукрывную культуру винограда [1–3].

В последние годы сорт Цветочный стал гораздо реже интересовать виноградарей Дона. Нами была поставлена цель повысить статус сорта, увеличив его долю в структуре насаждений и показать, что при правильном подходе к выбору способов ведения, формирования и нагрузки кустов можно добиться стабильной и экономически оправданной продуктивности насаждений.

На протяжении долгих лет развития агротехнологических подходов к способам возделывания винограда особое внимание уделялось способам ведения и формирования кустов, а также применяемым схемам посадки и нагрузки. Любой сорт винограда способен максимально реализовать свои потенциальные возможности только при установлении оптимальных параметров перечисленных выше агротехнических приемов с учетом его биологических особенностей и климатических условий произрастания [4, 5].

Цель работы – изучение влияния применяемых способов ведения и формирования кустов винограда технических сортов Кристалл и Цветочный в условиях Нижнего Придонья для выявления наиболее экономически эффективных.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований выступали технические сорта винограда Цветочный (Северный х смесь пыльцы сортов: Мускат венгерский, Мускат белый и Мускат александрийский) и Кристалл ((Амурский Х «Чаллоци Лайош» Х Виллар блан).

Исследования проводились на опытных участках в зоне Нижнего Придонья (2019–2020 гг.) на технических сортах Кристалл и Цветочный. Было изучено 5 способов ведения и формирования кустов при схеме посадки 3 х 1,5 м. Изучали сопоставимые по нормам нагрузки кустов (30–35 побегов на куст). Подвой – Кобер 5ББ. При проведении агробиологических учетов руководствовались общепринятой методикой агротехнических исследований [6, 7].

Результаты и обсуждение

Многолетними исследованиями, а также практикой виноградарства установлено, что экономически оправданное неукрывное ведение виноградников возможно только при возделывании сортов винограда на участках со степенью риска сильных повреждений растений в зимний период, приводящих к 100% гибели урожая, не чаще одного раза в 7–10 лет.

Для группы сортов, обладающих высокой морозостойкостью, в том числе для сортов Кристалл и Цветочный, при условии обоснованного выбора расположения насаждений, правильного подбора агротехнических приемов, с учётом потенциального повреждения виноградников зимними морозами не чаще одного раза в 10 лет, наиболее эффективной является штамбовая, неукрывная культура винограда [2, 8–10].

Повышение эффективности зависит от мероприятий по определению оптимальной технологии возделывания, которая включает в себя адаптированные

к конкретным условиям среды произрастания сорта винограда, а также рациональные и менее затратные способы их выращивания. Необходимо, чтобы выбранная система ведения и формирования кустов винограда наиболее полно учитывала биологические особенности возделываемых сортов, а также почвенно-климатические условия района возделывания.

Для получения максимального эффекта от возделывания виноградных насаждений необходимо, в первую очередь, установить размеры растений, которые определяются принятыми способами ведения, формирования и типом обрезки кустов винограда. При этом немаловажно сформировать архитектуру и архитектуру виноградника, которые позволят создать условия для оптимального режима питания и обеспечения растений необходимыми условиями для роста и плодоношения.

Под адаптированностью сорта к конкретным экологическим условиям произрастания принимается его реакция на стрессы окружающей среды (зимние морозы, неожиданное наступление заморозков, обледенение кустов) [9].

Одним из наиболее объективных биологических признаков, по которому можно судить о реакции сорта на условия среды произрастания, является распускание глазков, а также процент плодоносности развившихся из них побегов.

Сорт Кристалл, в условиях Нижнего Придонья отличился высокой морозостойкостью. Среднемесячная температура января в Новочеркасске (2021 г.) составила -2°C против $-3,4^{\circ}\text{C}$ по норме, а абсолютный минимум температуры понижался до -23°C . Осадки в этот период были незначительны. При этом стоит отметить довольно хорошую перезимовку кустов для таких погодных условий зимы. Побегов лучше других сохранились при способе формирования по типу малая чашевидная и Y-образная. Что касается показателей плодоносности побегов, то различия были менее существенные. Так, доля плодоносных побегов в насаждениях была в интервале от 87 до 95% (максимальное значение было отмечено при формировке малая чашевидная) [11, 12] (табл. 1).

По результатам наших исследований по определению показателей сохранности и плодоносности побегов, установлено, что лучшая сохранность глазков у сорта Цветочный была отмечена при малой чашевидной формировке кустов, а при двухъярусном расположении основных формирующих элементов кустов показатель сохранности незначительно снижался. Доля плодоносных побегов была в интервале от 81 до 95% (табл. 1).

Примерно такое же соотношение было отмечено при рассмотрении коэффициентов плодоношения (K_1) и плодоносности (K_2) побегов как у сорта Цветочный, так и у сорта Кристалл (табл. 1).

Несмотря на высокую эффективность применяемых сегодня индустриальных технологий возделывания неукрывной культуры винограда, многие ученые считают, что они не в состоянии максимально реализовать свои потенциальные возможности в отношении показателей продуктивности и качества ягод, по-

Таблица 1. Влияние способа ведения и формирования виноградных кустов на показатели плодородности насаждений

Table 1. The effect of the method of management and training grape bushes on the indicators of planting fertility

Формировка куста	Норма нагрузки, поб./куст	Развилось побегов, %	Плодоносных побегов, %	Коэффициенты	
				K ₁	K ₂
Сорт Кристалл (среднее за 2020–2021 гг.) S= 3 x 1,5 м					
Малая чашевидная	30	75	97	1,63	1,69
2-рукавная высокоштамбовая	30	69	87	1,64	1,90
Зигзагообразный кордон	30	70	94	1,63	1,74
У-образная форма	30	73	95	1,68	1,77
Сорт Цветочный (среднее за 2020–2021 гг.) S= 3 x 1,5 м					
Малая чашевидная	30	69	84	1,28	1,46
2-рукавная высокоштамбовая	30	64	81	1,27	1,49
Зигзагообразный кордон	35	65	95	1,42	1,61
У-образная форма	35	62	93	1,41	1,54

этому специалисты ряда научно-исследовательских учреждений занимаются поиском совершенствования и упрощения систем ведения виноградников.

Плодородность, как и величина грозди, считается важным показателем, который позволяет судить о преимуществе выбранной системы ведения кустов. Эти показатели, в конечном счете, определяют и формируют урожайность куста, и всего насаждения [13, 14].

У сорта Кристалл по средней массе грозди выделялся вариант с формировкой куста малая чашевидная – 138 г, наименьшее значение составило 115 г при формировании кустов по типу У-образная.

У сорта Цветочный средняя масса грозди находилась в интервале от 210 г (2-рукавная высокоштамбовая) до 231 г (У-образная) (табл. 2).

Более контрастная разница между изучаемыми способами ведения отмечена при рассмотрении показателей урожайности. Продуктивность кустов во всех опытных вариантах была взаимосвязана непосредственно с архитектурой растений, которая определяла выбор нормы нагрузки кустов побегами, плодородными в том числе. Так, максимальная урожайность кустов сорта Кристалл была зафиксирована в насаждениях с формировками кустов малая чашевидная и 2-рукавная высокоштамбовая – 14,9 и 14,0 т/га соответственно, а минимальная (12,2 т/га) – в насаждениях с У-образной формировкой кустов (табл. 2).

У сорта Цветочный было установлено преимущество по урожайности в опытах, где применялись формировки зигзагообразный кордон и У-образная – 24,7 и 23,8 т/га, против 13,8 т/га в варианте с формировкой малая чашевидная (табл. 2).

По массовой концентрации сахаров в соке ягод, а также содержанию титруемых кислот значительных расхождений в показателях среди всех вариантов опыта одного сорта установлено не было.

Необходимо отметить, что оба сорта отличались хорошей сахаронакопительной способностью. При этом в опыте, где установлена максимальная урожай-

ность не отмечено существенного снижения содержания сахаров в соке ягод. Если сравнивать сорта по этому показателю между собой, то видно, что сорт Цветочный обладает большей сахаронакопительной способностью за годы проведения исследований, в сравнении с сортом Кристалл. Однако содержание титруемых кислот в соке ягод было выше в среднем в 1,5 раза (табл. 2).

Сложилось мнение, что сорт винограда определяет направление использования урожая в конкретных экологических условиях, а применяемые агротехнические приемы – максимально возможную величину его при высококачественных технологических кондициях сока ягод. Таким образом, все агротехнические приемы, которые применялись на виноградниках, имели весьма значительное влияние на урожайность насаждений [1–4, 12–15].

Выводы

По результатам исследований не установлено каких-либо существенных различий между вариантами опыта при возделывании технических сортов винограда Цветочный и Кристалл в условиях Нижнего Придонья, а так же различий в показателях плодородности растений и отношении сортов к зимним стрессам окружающей среды в зависимости от способа ведения кустов и их формировок.

Установлена положительная реакция виноградно-го растения на способ ведения и формирования растений. Так, при одинаковых нормах нагрузки кустов урожайность была сопоставимой. Однако увеличение нагрузки кустов побегами у сорта Цветочный привело к увеличению урожайности с 1 га в среднем на 50–60 %. Не было отмечено существенных расхождений по показателям средней массы грозди. Размещение основных формирующих элементов высокоштамбовых кустов на двухъярусной шпалере способствовало увеличению кронового пространства и лучшей освещенности. В насаждениях сорта Кристалл рекомендуется использовать малую чашевидную и 2-рукавную

Таблица 2. Влияние способа ведения и формирования виноградных кустов на показатели продуктивности насаждений**Table 2.** The effect of the method of management and training grape bushes on the planting productivity indicators

Форма куста	Средняя масса грозди, г	Урожайность		Концентрация в соке ягод, г/дм ³	
		куста, кг	т/га	сахаров	титруемых кислот
Сорт Кристалл (среднее за 2020–2021 гг.) S= 3 x 1,5 м					
Малая чашевидная	138	6,7	14,9	205	5,5
2-рукавная высокоштамбовая	128	6,3	14,0	196	5,3
Зигзагообразный кордон	123	5,8	12,9	204	5,5
У-образная форма	115	5,5	12,2	191	5,9
Сорт Цветочный (среднее за 2020–2021 гг.) S= 3 x 1,5 м					
Малая чашевидная	220	6,2	13,8	242	8,4
2-рукавная высокоштамбовая	210	7,3	16,2	246	8,3
Зигзагообразный кордон	221	11,1	24,7	230	8,3
У-образная форма	231	10,7	23,8	226	8,6

высокоштамбовую формировки кустов. А в насаждениях сорта Цветочный – зигзагообразный кордон и У-образную, с увеличением нагрузки до 35 побегов на куст при схеме посадки 3 x 1,5 м в условиях Нижнего Придонья.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Гусейнов Ш.Н., Чигрик Б.В. Эффективные способы ведения и формирования виноградных кустов в условиях Юга России // ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия им. Я.И.Потапенко, Новочеркасск. 2013:1–36.
2. Гусейнов Ш.Н., Манацков А.Г., Майбородин С.В. Развитие технологических схем возделывания виноградников на Дону // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;4(106):24–26.
3. Рекомендации по возделыванию автохтонных сортов винограда на Дону. Новочеркасск. 2020:1–28.
4. Негруль А.М. Виноградарство и виноделие. М.: Колос. 1968:1–512.
5. Егоров Е.А., Аджиев А.М., Серпуховитина К.А., Трошин Л.П., Жуков А.И., Гусейнов Ш.Н., Алиева А.Н. Виноградарство России: настоящее и будущее. Махачкала. 2004:1–440.
6. Агротехнические исследования по созданию интенсивных виноградных насаждений на промышленной основе. Новочеркасск, 1978:1–174.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс. 2014:1–351.
8. Бейбулатов М.Р. Продуктивность сортов винограда в зависимости от погодных условий конкретной климатической зоны // «Магарач». Виноградарство и виноделие.

2014;1:14–18.

9. Ильницкая Е.Т., Нудьга Т.А. Новые сорта винограда для высококачественного красного виноделия, адаптированные к возделыванию в неукрывной культуре в зонах виноградарства с нестабильными условиями зимнего периода // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар. 2016;58:121–123.
10. Keller M. Interactive Effects of Deficit Irrigation and Crop Load on Cabernet Sauvignon in an Arid Climate. Am. J. Enol. Vitic. 2008;59(3):221–234.
11. Петров В.С. Биологические методы управления продукционным потенциалом винограда // Виноделие и виноградарство. 2013;6:42–47.
12. Хибахов Т.С., Гусейнов Ш.Н. Особенности возделывания и рациональное направление использования винограда сорта Кристалл // Достижения, проблемы и перспективы развития отечественной виноградно-винодельческой отрасли на современном этапе: Мат. междунар. науч.-практ. конф. Новочеркасск. 2013:231–239.
13. Гусейнов Ш.Н. Взаимосвязь агробиологических признаков и их влияние на продуктивность виноградников // Русский виноград. 2016;4:163–173.
14. Andrea Anesi, Matteo Stocchero, Silvia Dal Santo et al. Towards a scientific interpretation of the terroir concept: plasticity of the grape berry metabolome. BMC Plant Biology. 2015;15(1):1–191.
15. Гусейнов Ш. Н., Майбородин С. В., Манацков А. Г. Влияние нормы нагрузки кустов побегами на продуктивность виноградника // Русский виноград. 2019;10:89–94.

References

1. Huseynov Sh.N., Chigrik B.V. Effective methods of management and training of grape bushes in the conditions of the South of Russia. SNU All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko, Novocheerkassk. 2013:1–36 (in Russian).
2. Huseynov Sh.N., Manatskov A.G., Majborodin S.V. Development of technological circuits of cultivation of vineyards on the Don. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018;4(106):24–26 (in Russian).
3. Recommendations for the cultivation of autochthonous grape varieties on the Don. Novocheerkassk. 2020:1–28 (in Russian).

4. Negrul A.M. Viticulture and winemaking. M.: Kolos. 1968:1–512 (*in Russian*).
5. Egorov E.A., Adzhiev A.M., Serpukhovitina K.A., Troshin L.P., Zhukov A.I., Huseynov Sh.N., Alieva A.N. Viticulture of Russia: present and future. Makhachkala. 2004:1–440 (*in Russian*).
6. Agrotechnical studies on the development of intensive vineyards on industrial basis. Novochoerkassk. 1978:1–174 (*in Russian*).
7. Dospekhov B.A. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). M.: Aliance. 2014:1–351 (*in Russian*).
8. Beibulatov M.R. Productivity of grape varieties as affected by weather conditions of a definite climatic zone. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2014;1:14–18 (*in Russian*).
9. Ilnitskaya E.T., Nudga T.A. New grape varieties for high-quality red wine, adapted to cultivation in open earth culture in viticulture zones with unstable conditions of the winter period. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. Krasnodar. 2016;58:121–123 (*in Russian*).
10. Keller M. Interactive Effects of Deficit Irrigation and Crop Load on Cabernet Sauvignon in an Arid Climate. Am. J. Enol. Vitic. 2008;59(3):221–234.
11. Petrov V.S. Biological methods of managing the productive potential of grapes. Winemaking and viticulture. 2013;6:42–47 (*in Russian*).
12. Hiabakhov T.S., Huseynov Sh.N. Characteristics of cultivation and rational use of grape variety 'Crystal'. Materials of Int. Scientific – Practical Conf. "Achievements, problems and prospects of development of the local wine-growing industry at the present stage". Novochoerkassk. 2013:231–239 (*in Russian*).
13. Huseynov Sh.N. The relationship of agrobiological features and their impact on the productivity of vineyards. Russian Grapes. 2016;4:163–173 (*in Russian*).
14. Andrea Anesi, Matteo Stocchero, Silvia Dal Santo et al. Towards a scientific interpretation of the terroir concept: plasticity of the grape berry metabolome. BMC Plant Biology. 2015;15(1):1–191.
15. Huseynov Sh.N., Mayborodin S.V., Manatskov A.G. The influence of the bush load rate by shoots on the productivity of the vineyard. Russian Grapes. 2019;10:89–94 (*in Russian*).

Информация об авторах

Сергей Вячеславович Майборodin, канд. с.-х. наук, доцент кафедры растениеводства и садоводства; e-мейл: maiborodin87@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3654-0132>.

Information about authors

Sergey V. Mayborodin, Cand. Agric. Sci., Associate Professor of the Department of Crop Production and Horticulture; e-mail: maiborodin87@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3654-0132>.

Статья поступила в редакцию 28.10.2021 г., одобрена после рецензии 08.11.2021 г., принята к публикации 19.11.2021 г.

Применение регуляторов роста растений как способ реализации продукционного потенциала столовых сортов винограда в условиях Приднестровья

Гинда Е.Ф., Хлебников В.Ф., Трескина Н.Н.

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Молдова, г. Тирасполь 3300, ул. 25 Октября, 128.

Аннотация. Изучено влияние физиологически активных веществ Гиббереллина, Циркона и Эпин-экстра на механический состав грозди, урожайность и содержание сахаров в соке ягод трех столовых сортов винограда в условиях Приднестровья. Определено влияние физиологически активных веществ на изменение массы грозди, количества ягод в грозди и урожайности в зависимости от метеорологических условий года. Установлено, что в более влажных условиях 2019 г. (ГТК = 1,0) увеличение массы грозди в опытных вариантах в сравнении с контрольными растениями составило на сорте Золотой Дон 24,5–43,5%; на сорте Велика – 48,4–81,0%. В менее влагообеспеченном 2020 г. (ГТК = 0,6) это превышение было на уровне – 53,3–110,3% и 17,7–41,7% соответственно. Увеличение массы грозди у сортов винограда в вариантах с обработкой регуляторами роста растений наблюдается преимущественно вследствие повышения количества ягод. Выявлено, что двукратная обработка растений физиологически активными веществами приводит к значительному снижению ягодного показателя и росту показателя строения грозди винограда. Оптимальным вариантом двукратной обработки растений сортов столового назначения использования являются: для сорта Золотой Дон - Циркон, 0,6 мл/л; для сорта Велика - Эпин-экстра, 3,2 мл/л, в более увлажненных условиях 2019 г., что позволило повысить урожайность кустов на 46,7 и 81,1% соответственно. В засушливых условиях 2020 г. обработка сорта Золотой Дон препаратом Эпин-экстра в концентрации 3,2 мл/л и сорта Велика Цирконом, 0,6 мл/л, была наиболее эффективной, увеличив урожайность в 1,5–2,0 раза по сравнению с контролем.

Ключевые слова: климат; фенология; сорт; виноград; регуляторы роста; урожайность; содержание сахаров в соке ягод.

Для цитирования: Гинда Е.Ф., Хлебников В.Ф., Трескина Н.Н. Применение регуляторов роста растений как способ реализации продукционного потенциала столовых сортов винограда в условиях Приднестровья // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4):361-365. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.009

Application of plant growth regulators as a method for realization the production potential of table grapes in the conditions of Pridnestrovie

Ghinda E.F., Khlebnikov V.F., Treskina N.N.

Pridnestrovie State University named after T.G. Shevchenko, 128, 25 Octyabrya str., Tiraspol 3300, Moldova

Abstract. The effect of plant growth regulators Gibberellin, Zircon and Epin-extra on mechanical composition of the bunch, cropping capacity and sugar content in the juice of berries of three table grape varieties in the conditions of Pridnestrovie was studied. The influence of physiologically active substances on changes in the bunch weight, number of berries per bunch and cropping capacity depending on the meteorological conditions of the year was determined. It was found that in the more humid conditions of 2019 (HTC of 1.0), the bunch weight increase in experimental variants in comparison with the control plants was from 24.5% to 43.5% in 'Zolotoy Don' grape variety, and from 48.4% to 81.0% in 'Velika' grape variety. In the less moisture-rich 2020 (HTC of 0.6) this exceeding was at the level of 53.3%-110.3% and 17.7%-41.7%, respectively. An increase in the bunch weight of grape varieties treated with plant growth regulators is mainly observed due to an increase in the number of berries. It was found that two-fold treatment of plants with physiologically active substances leads to a significant decrease in the berry index and an increase in the index of grape bunch structure. The best variant for two-fold treatment of plants is Zircon, 0.6 ml/l, - for 'Zolotoy Don' variety; Epin-extra, 3.2 ml/l, - for 'Velika' grape variety in more humid conditions of 2019, resulting in the increase in cropping capacity of bushes by 46,7% and 81.1%, respectively. In the arid conditions of 2020, the treatment of 'Zolotoy Don' variety with Epin-extra at a concentration of 3.2 ml/l and 'Velika' variety with Zircon, 0.6 ml/l, was the most effective, increasing the yield by 1.5-2.0 times compared to the control.

Key words: climate; phenology; variety; grapes; growth regulators; cropping capacity; sugar content in berry juice.

For citation: Ghinda E.F., Khlebnikov V.F., Treskina N.N. Application of plant growth regulators as a method for realization the production potential of table grapes in the conditions of Pridnestrovie. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2021; 23(4):361-365 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.009

Введение

Проблема изменения климата и его влияния на аграрный сектор экономики является актуальной.

Растение винограда обладает достаточно высокой онтогенетической адаптацией к условиям внешней среды, экологической пластичностью, однако полная реализация генетического продукционного потенциала возможна только в условиях максимально соответствующих потребностям растения. Меняющиеся

климатические условия оказывают влияние на физиологию, продуктивность и фенологический цикл растения винограда [1], в результате чего возникает необходимость разработки агротехнических способов, способствующих его адаптации к меняющимся условиям произрастания [2, 3]. Одним из таких методов является использование регуляторов роста растений. Установлено, что эффективность их действия в значительной степени зависит от химического состава и концентрации, биологических особенностей сорта, а также климатических условий [4, 5].

Доказано, что применение гиббереллина в технологии возделывания столовых сортов винограда в большинстве стран мира является обязательным агротехническим приемом, который приводит к значительным изменениям морфологических и механических свойств гроздей, увеличению урожайности и изменению качества ягод [6–10].

В связи с этим актуальным является разработка регламента применения регуляторов роста с учетом индивидуального развития каждого сорта винограда в конкретных климатических условиях.

Цель работы – изучить влияние регуляторов роста растений на сорта винограда столового направления использования – Велика и Золотой Дон, в различные по климатическим условиям вегетационные периоды.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в 2019–2020 гг. на виноградных насаждениях ООО «Градина» Слободзейского района Приднестровья. Объектами исследований служили столовые сорта винограда Велика и Золотой Дон. Почва участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый среднесиловый на тяжелом суглинке. Виноградник размещен на склоне западной экспозиции, уклон – 2°–3°. Участок орошаемый, капельный полив. Схема посадки 3,0 × 1,5 м. Форма куста – штамбовый горизонтальный двусторонний кордон. Система ведения куста – вертикальная одноплоскостная шпалера с тремя ярусами шпалерной проволоки.

Количество побегов и соцветий на куст нормировали путем обломки зеленых побегов. Кусты винограда обрабатывали дважды (перед цветением и в период роста ягод) с помощью ручного ранцевого опрыскивателя растворами следующих регуляторов роста: Гиббереллин в концентрации 100 мг/л, Циркон – 0,4 и 0,6 мл/л, Эпин-экстра – 3,2 мл/л. Норма расхода рабочей жидкости при обработке растений – 0,4 л/куст. Контрольным вариантом служили необработанные кусты.

Агробиологические учеты и наблюдения проводились по методикам, опубликованным в «Агротехнических исследованиях по созданию интенсивных виноградных насаждений на промышленной основе» [11]. Для оценки увлажненности территории использовали гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), который рассчитывали с учетом среднесуточных температур воздуха и суммы осадков по фазам вегетации винограда из климатического архива метеостанции Приднестровья.

Анализ структуры грозди винограда проводили

по методике Простосердова [12], статистическую обработку результатов исследований – методом дисперсионного анализа с помощью программы в табличном редакторе MS Excel 2007 Excel пакета Office корпорации Microsoft [13].

Обсуждение результатов

Среднегодовая температура воздуха в 2019 и 2020 годы составляла 12,2 и 12,7°C, превышая средние многолетние значения на 2,4 и 2,9°C соответственно. Во время активной вегетации винограда (май–сентябрь) она была равна 21,1 °C, что также выше средней многолетней на 1,9°C. Такая же тенденция наблюдалась и в период покоя виноградной лозы (январь–февраль): среднемесячная температура воздуха в 2019 г. была около 0°C, а в 2020 г. – 2,5 °C. Следует отметить, что минимальная температура в зимний период 2019 г. опускалась до -14,1°C в январе, а в 2020 году до -9,4°C – в феврале; максимальная (2019 и 2020 гг.) во время вегетации достигала 36,7 и 37,9°C в июле и августе.

Если по обеспеченности осадками 2019 г. был практически на уровне среднесуточных данных (411,9 против 455,2 мм), то в 2020 г. их выпало на 102,5 мм меньше. Характерной особенностью климата Приднестровья является неравномерное выпадение осадков. За период созревания ягод (июль–август) в 2020 г. выпало осадков на 101,4 мм меньше в сравнении с 2019 г.

Различалась и среднесуточная температура воздуха по основным фазам вегетации столовых сортов винограда Золотой Дон и Велика по годам исследований. Так, в 2019 г. средняя температура воздуха в фазу роста побегов и соцветий у сорта Золотой Дон была выше средних многолетних за 2 года на 1,3–1,4 °C; в фазу роста ягод сортов Золотой Дон и Велика – на 0,2–0,4°C. В 2020 г. отмечена тенденция повышения средней температуры воздуха в фазу созревания ягод для всех исследуемых сортов на 0,8–1,2 °C.

Сложившиеся в годы исследований различные климатические условия оказали заметное влияние на фенологические циклы столовых сортов винограда, различающихся по сроку созревания ягод. Так, дата роста побегов и соцветий сортов винограда Золотой Дон и Велика в 2019 г. наступила на 9, 5 и 7 дней позже, чем в 2020 г. соответственно. Сокращение продолжительности данной фазы произошла за счет более высокой средней температуры воздуха. Аналогичная тенденция отмечена у сорта Золотой Дон в отношении фазы цветения (на два дня раньше).

Известно, что рост и развитие виноградного растения, переход его от одной к другой фазе вегетации определяется в основном температурой воздуха и накоплением активного тепла. Таким показателем является сумма активных температур (выше +10°C). Выявлено, что в 2020 г. накопление суммы активных температур происходило более интенсивно, чем в 2019 г.: разница по фазам вегетации достигала 2,6–31,5°C на сорте Золотой Дон; 9,0–40,7°C – на сорте Велика. Следовательно, более раннее накопление необходимого тепла для перехода к следующей фазе вегетации может обуславливать смещение фенологических дат наступления этих фаз.

За вегетационный период 2019 г. сумма активных температур выше 10°C С была выше, чем в 2019 г., а количество осадков, напротив, было в 1,7 раза меньше.

В 2020 г. отмечена более низкая влагообеспеченность в фазы сокодвижения, цветения и созревания ягод в сравнении с 2019 г.

Таким образом, условия 2019 и 2020 гг. значительно различались, что позволило установить эффективность применения регуляторов роста растений в зависимости от климатических условий.

Благоприятные для развития растений винограда условия 2019 г. обусловили более высокую массу грозди контрольных растений: 526,0 против 291,0 г на сорте Золотой Дон, 500,0 против 456,7 г на сорте Велика в сравнении с 2020 г. (табл. 1).

Двукратная обработка винограда регуляторами роста растений в изучаемых концентрациях способствовала увеличению массы грозди в годы исследований, кроме вариантов с использованием Гиббереллина на сорте Велика, Циркона в концентрации 0,6 мл/л на сорте Золотой Дон в 2020 г.

Масса грозди в опытных вариантах была выше в сравнении с контрольными растениями: в 2019 г. на сорте Золотой Дон на 24,5–43,5%, на сорте Велика – 48,4–81%, а в 2020 г. – на 53,3–110,3 и 17,7–41,7% соответственно. Следует отметить, что если в 2019 г. в варианте с обработкой Эпин-экстра масса грозди сортов Золотой Дон и Велика превосходила массу грозди в контроле в 1,8 и 1,4 раза, то в 2020 году – в 2,1 и 1,2 раза соответственно. Аналогичная тенденция наблюдается и по массе ягод.

Снижение количества ягод в грозди в более засушливых условиях 2020 г. отмечено и у сорта Велика при обработке всеми испытываемыми регуляторами роста: уменьшение количества ягод в грозди варьировало от 5,7% в варианте с обработкой Эпин-экстра до 31,7% – с Гиббереллином. Аналогичная тенденция выявлена на сорте Золотой Дон при обработке Цирконом в обеих концентрациях и Эпин-экстра, где количество ягод в грозди снизилось на 9,0–39,1% при прохождении фазы цветения в более засушливых условиях.

Немаловажным условием при выращивании столовых сортов винограда является отсутствие или незначительное количество горошащихся ягод в грозди. В более засушливых условиях 2020 г. процент горошащихся ягод был выше как в контрольных вариантах исследуемых сортов, так и вариантах обработки регуляторами роста в сравнении с более благоприятными условиями 2019 г. Так, на сорте Золотой Дон количество горошащихся ягод в грозди увеличивалось при обработке регуляторами роста на 3,4–10,5% в условиях 2020 г., исключением оказался только вариант с

Таблица 1. Влияние регуляторов роста на строение грозди сортов винограда
Table 1. The effect of growth regulators on bunch structure of grape varieties

Регуляторы роста, концентрация	Масса грозди, г		Количество ягод в грозди, шт.		Процент горошащихся ягод в грозди	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Сорт Золотой Дон						
Контроль	526,0	291,0	83,0	61,8	12,0	24,3
Гиббереллин, 100 мг/л	655,0	446,3	90,8	94,8	8,1	34,8
Циркон, 0,4 мл/л	734,0	460,3	108,4	98,6	16,9	27,7
Циркон, 0,6 мл/л	755,6	305,7	106,0	64,6	13,2	30,3
Эпин-экстра, 3,2 мл/л	736,0	612,0	112,4	89,0	13,4	20,2
НСР ₀₅	96,7	60,1	14,2	11,7	-	-
Сорт Велика						
Контроль	500,0	456,7	58,0	89,4	17,2	41,8
Гиббереллин, 100 мг/л	490,0	413,3	84,0	57,4	45,2	22,2
Циркон, 0,4 мл/л	742,3	537,4	83,8	72,8	20,3	15,1
Циркон, 0,6 мл/л	905,0	647,0	96,4	80,8	19,0	21,9
Эпин-экстра, 3,2 мл/л	877,6	556,7	87,0	82,0	11,5	25,6
НСР ₀₅	100,5	74,6	11,7	10,8	-	-

обработкой Эпин-экстра, где горошение было ниже контроля на 4,1%. Однако необходимо отметить, что на сорте Велика наблюдается обратная тенденция при двукратной обработке растений Цирконом в концентрации 0,4 мл/л и Гиббереллином: наименьшее количество горошащихся ягод в грозди отмечено в более засушливых условиях 2020 г. – на 5,2 и 23,0 % меньше в сравнении с более влажными условиями 2019 г. соответственно. Следовательно, при неблагоприятных для развития винограда условиях обработка регуляторами роста способствует лучшему развитию ягод в грозди.

Проведенные полевые опыты на растениях винограда сортов Золотой Дон и Велика выявили существенное положительное влияние регуляторов роста Гиббереллин, Циркон и Эпин-экстра на урожайность и содержание сахаров в соке ягод винограда. Увеличение массы грозди под влиянием изучаемых регуляторов роста обеспечило более высокую урожайность в опытных вариантах. По урожайности на сорте Велика выделились варианты использования регуляторов роста Эпин-экстра в благоприятных условиях 2019 г. и Циркона в концентрации 0,6 мл/л в менее благоприятных условиях 2020 г. При применении Эпин-экстра урожайность увеличилась на 10,0 и 11,6 т/га, а при использовании Циркона в концентрации 0,6 мл/л – на 6,2 и 2,5 т/га соответственно (табл. 2).

Немаловажное значение имеет процесс накопления сахаров в винограде. Как правило, именно по этому показателю определяют сроки сбора винограда. Применение регуляторов роста привело к увеличению содержания сахаров только на сорте Велика, которое было достоверно выше контроля, за исключением варианта обработки Эпин-экстра в более влажных условиях 2019 г. Достоверное снижение количества сахаров в соке ягод отмечено в варианте обработки Цирконом в концентрации 0,4 мл/л (12,5 против 15,6 % в контроле) во влажных условиях 2019 г., предпо-

ложительно вследствие существенного повышения урожайности (на 46,7%).

Выводы

Агроклиматические условия в период проведения исследований различались по влагообеспеченности: в 2019 г. ГТК=1,0, а в 2020 г. – 0,6, что отразилось на урожайности изучаемых сортов винограда.

Анализ климатических условий в 2019–2020 гг. показал, что низкая влагообеспеченность и высокие температуры в период роста и созревания ягод являются стрессовыми факторами для винограда, что, в конечном счете, снижает продуктивность насаждений. Обработка регуляторами роста растений (Гиббереллин, Циркон и Эпин-экстра) позволяет снизить негативное влияние неблагоприятных внешних факторов и повысить показатели продуктивности и качества ягод винограда.

Установлено, что в более влажных условиях 2019 г. (ГТК=1,0) увеличение массы грозди в опытных вариантах в сравнении с контрольными растениями составило на сорте Золотой Дон 24,5–43,5%, на сорте Велика – 48,4–81,0%. В менее влагообеспеченном 2020 году (ГТК=0,6) это превышение было на уровне – 53,3–110,3 и 17,7–41,7 соответственно. Рост массы грозди у сортов винограда в вариантах обработки регуляторами роста растений наблюдается преимущественно вследствие повышения количества ягод.

Выявлено, что двукратная обработка растений физиологически активными веществами приводит к значительному снижению ягодного показателя и росту показателя строения грозди винограда. Оптимальным вариантом двукратной обработки растений сортов столового направления использования являются: для сорта Золотой Дон – Циркон, 0,6 мл/л, и сорта Велика – Эпин-экстра, 3,2 мл/л в более увлажненных условиях 2019 г., что позволило повысить урожайность на 46,7–81,1%. В засушливых условиях 2020 г. обработка сорта Золотой Дон препаратом Эпин-экстра в концентрации 3,2 мл/л и сорта Велика Цирконом (0,6 мл/л) было наиболее эффективной, увеличив урожайность в 1,5–2,0 раза по сравнению с контролем.

При неблагоприятных для развития винограда условиях двукратная обработка регуляторами роста способствует лучшему развитию ягод в грозди, благодаря чему значительно снижается горошение в грозди сорта Велика в сравнении с контрольным вариантом, а на сорте Золотой Дон – только лишь при обработке Эпин-экстра.

Наиболее эффективной оказалась обработка регуляторами роста растений в годы с более высоким значением ГТК, когда масса грозди в опытных вариантах выше в сравнении с контрольными растениями: в 2019 г. на сорте Золотой Дон на 24,5–43,5%, на сорте Велика – 48,4–81,0%, в то время как в более засушли-

Таблица 2. Урожайность и содержание сахаров в соке ягод у столовых сортов винограда при двукратной обработке растений регуляторами роста

Table 2. Cropping capacity and sugar content in berry juice of table grape varieties with two-fold treatment of plants with growth regulators

Регуляторы роста, концентрация	Сорт Велика				Сорт Золотой Дон			
	2019 г.		2020 г.		2019 г.		2020 г.	
	1*	2**	1*	2**	1*	2**	1*	2**
Контроль	12,2	18,3	12,0	15,7	22,7	15,6	11,4	15,9
Гиббереллин, 100 мг/л	12,1	19,6	10,9	17,5	29,1	15,0	17,9	15,3
Циркон, 0,4 мл/л	17,2	19,6	14,5	18,2	32,9	12,5	18,7	14,3
Циркон, 0,6 мл/л	22,1	18,6	18,2	19,7	33,3	14,5	11,9	16,0
Эпин-экстра, 3,2 мл/л	22,2	16,1	15,5	19,1	30,9	15,3	23,4	15,4
НСР ₀₅	2,5	1,1	2,1	2,2	4,2	1,8	2,4	1,9

Примечание: 1* - урожайность, т/га; 2** - сахаристость сока ягод, %.

вый год – 53,3–110,3 и 17,7–41,7 соответственно.

Источник финансирования

Работа выполнена в научно-исследовательской лаборатории «Биоинформатика» при кафедре ботаники и экологии Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко в соответствии с программой НИР по теме «Изучение цитологических факторов устойчивого развития экосистем» (номер государственной регистрации темы 020900241).

Financing source

The work was carried out in the Bioinformatics research laboratory at the Department of Botany and Ecology of the Pridnestrovie State University named after T.G. Shevchenko in accordance with the research program on the topic "Study of cytological factors of sustainable development of ecosystems" (State registration number of the topic 020900241).

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Алейникова Г.Ю., Петров В.С., Соколова В.В. Тенденции локального изменения климата и их влияние на продуктивность и фенологию винограда // Научные труды СКФНЦСВВ. 2019;3:117–125.
2. C. van Leeuwen. Terroir: the effect of the physical environment on vine growth, grape ripening and wine sensory attributes. *Managing Wine Quality Viticulture and Wine Quality*. 2010:273–315.
3. José Mariano Escalona, Sigfredo Fuentes, Magdalena Tomás, Sebastià Martorell, Jaume Flexas, Hipólito Medrano. Responses of leaf night transpiration to drought stress in *Vitis vinifera* L. *Agricultural Water Management*. 2013;118:50–58.
4. Гинда Е.Ф., Трескина Н.Н. Влияние температурно-влажностного режима и регуляторов роста растений на урожайность и сахаристость ягод столового сорта винограда Цитрин в условиях Приднестровья // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;67(1):189–202.
5. Казахмедов Р.Э. Физиологические основы применения регуляторов роста на семенных сортах винограда *Vitis vinifera* L. // Виноделие и виноградарство. 2013;2:36–37.

6. Mihov D. P. Productivitatea plantațiilor viticole și calitatea strugurilor în funcție de soi, aplicarea giberelinei (GA3) și inciziei înelar. Autoreferatul tezei de doctor în științe agricole, Chișinău. 2015:29 p.
 7. Дерендовская А.И., Перстнев Н.Д., Морошан Е.А. и др. Применение регуляторов роста в технологии возделывания столовых сортов винограда // *Lucrări științifice „Agronomie”*, Chișinău. 2011;29:142–150.
 8. Дерендовская А.И., Михов Д.П., Секриеру С.А., Кара С.В. Применение препарата GOBBI GIB 2LG (GA3) на столовых сортах винограда в условиях Республики Молдова // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;3:64–65.
 9. Байрамбеков Ш. и др. Влияние регуляторов роста на продуктивность сортов винограда разных сроков созревания. Проблемы развития АПК региона: научно-практический журнал дагестанского государственного аграрного университета имени М.М. Джамбулатова. 2016;1(25):16–20.
 10. Волюнкин В.А., Лиховской В.В., Олейников Н.П., Левченко С.В., Лисовой А.Н. Разработка схемы применения физиологически активных веществ для улучшения хозяйственно значимых показателей бессемянных сортов винограда на примере сорта Южнобережный // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;4:16–18.
 11. Агротехнические исследования по созданию интенсивных виноградных насаждений на промышленной основе / ВНИИВиВ им. Я.И. Потепенко. Новочеркасск, 1978:174 с.
 12. Простосердов Н.Н. Изучение винограда для определения его использования (увология). М.: Пищепромиздат. 1963:79 с.
 13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985:395 с.
- References**
1. Aleinikova G. Yu., Petrov V.S., Sokolova V.V. Trends in local climate change and their impact on productivity and phenology of grapes. *Scientific works of NCFSCHVW*. 2019;3:117–125 (in Russian).
 2. C. van Leeuwen. Terroir: the effect of the physical environment on vine growth, grape ripening and wine sensory attributes. *Managing Wine Quality Viticulture and Wine Quality*. 2010:273–315.
 3. José Mariano Escalona, Sigfredo Fuentes, Magdalena Tomás, Sebastià Martorell, Jaume Flexas, Hipólito Medrano. Responses of leaf night transpiration to drought stress in *Vitis* vinifera L. *Agricultural Water Management*. 2013; 118:50–58.
 4. Ginda E.F., Treskina N.N. The effect of temperature and humidity conditions and plant growth regulators on the yield and sugar content of berries of the table grape variety ‘Tsitrin’ in the conditions of Transnistria. *Fruitgrowing and viticulture of the South Russia*. 2021;67(1):189–202 (in Russian).
 5. Kazakhmedov R.E. Physiological basics of the use of growth regulators on seed grape varieties *Vitis vinifera* L. *Winemaking and Viticulture*. 2013;2:36–37 (in Russian).
 6. Mihov D. P. Productivitatea plantațiilor viticole și calitatea strugurilor în funcție de soi, aplicarea giberelinei (GA3) și inciziei înelar. Autoreferatul tezei de doctor în științe agricole, Chișinău. 2015:29 p.
 7. Derendovskaya A.I., Perstnev N.D., Moroshan E.A. et al. Application of growth regulators in the technology of cultivation of table grape varieties. *Lucrări științifice „Agronomie”*, Chișinău. 2011;29:142–150 (in Russian).
 8. Derendovskaia A.I., Myhov D.P., Secrieru S.A., Kara S.V. Application of preparations GOBBI GIB 2LG (GA3) of table grape varieties in the Republic of Moldova. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;3:64–65 (in Russian).
 9. Bayrambekov Sh. et al. The influence of growth regulators on the productivity of grape varieties of different ripening periods. *Problems of development of AIC of the region: scientific and practical journal of the Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov*. 2016;1(25):16–20 (in Russian).
 10. Volynkin V.A., Likhovskoi V.V., Oleinikov N.P., Levchenko S.V., Lisovoi A.N. Development schemes of physiologically active substances for improvement of economical characters of seedless grape varieties for example variety ‘Yuzhnoberezhnyi’. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;4:16–18 (in Russian).
 11. Agrotechnical research for the creation of intensive grape plantations on industrial basis. *FSBSIV&W named after Ya.I. Potapenko. Novochoerkassk*, 1978:174 p. (in Russian)
 12. Prostoserdiv N.N. Study of grapevine to define its applicability (uvology). М.: Pishchepromizdat. 1963:79 p. (in Russian).
 13. Dospikhov B.A. Methodology of field experiment. М.: Агропромиздат. 1985:395 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Елена Федоровна Гинда, канд. с.-х. наук, доцент кафедры садоводства, защиты растений и экологии Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко; e-mail: gherani@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4393-6445>;

Валерий Федорович Хлебников, доктор с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой ботаники и экологии естественно-географического факультета Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко; e-mail: v-khl@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0596-0425>;

Наталья Новомировна Трескина, канд. с.-х. наук, доцент кафедры садоводства, защиты растений и экологии Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко; e-mail: nataliatreskina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1466-7944>.

Information about authors

Elena F. Ghinda, Cand. Agric. Sci., Associate Professor of Horticulture, Plant Protection and Ecology Department at Pridnestrovie State University named after T.G. Shevchenko; e-mail: gherani@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4393-6445>;

Valery F. Khlebnikov, Dr. Agric. Sci., Professor, Head of Department of Botany and Ecology, Natural Geography Faculty of Pridnestrovie State University named after T.G. Shevchenko; e-mail: v-khl@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0596-0425>;

Natalia N. Treskina, Cand. Agric. Sci., Associate Professor of Horticulture, Plant Protection and Ecology Department at Pridnestrovie State University named after T.G. Shevchenko; e-mail: nataliatreskina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1466-7944>

Статья поступила в редакцию 10.06.2021, одобрена после рецензии 14.09.2021, принята к публикации 19.11.2021

Влияние формы кроны на качественные показатели съемной зрелости и лежкость плодов яблони в условиях Крыма

Бабинцева Н.А., Кириченко В.С., Горб Н.Н.

Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН, Россия, Республика Крым, 298648, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52

Аннотация. В современных условиях развития интенсивного садоводства актуальной проблемой является подбор менее затратных и трудоемких систем формирования кроны с соблюдением всех агротехнических мероприятий для получения высоких урожаев хорошего качества. Цель исследований направлена на изучение влияния разных способов формирования кроны на показатели съемной зрелости и лежкость плодов. Работа выполнялась в отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС-ННЦ РАН» по методикам полевых исследований с плодовыми культурами. Объектами исследований являлись четыре формы кроны на подвое EM-IX (4 x 1 м, 2500 дер./га) и плоды сортов зимнего срока созревания: Джалита, Бреберн, Ренет Симиренко. Проведенные исследования позволили выявить наиболее эффективные формы кроны и достаточно устойчивые сорта для закладки интенсивных садов с высокой плотностью посадки, дающие высококачественную товарную продукцию, как в саду, так и в период хранения. Изменчивость показателей съемной зрелости в плодах зависит от сорта, погодных условий выращивания и формы кроны. Установлено, что плоды сортов Джалита, Бреберн (французская ось) и Ренет Симиренко (стройное веретено, безлидерная уплощенная, трехлидерная) в период хранения не имеют физиологических заболеваний. Дегустационная оценка вкуса составляет - 4,5-5,0 баллов, а естественная убыль не превышает 5,1%. Установлено также, что при хранении плоды сорта Джалита (стройное веретено, трехлидерная крона) повреждаются до 20% разными плодовыми гнилями, а плоды сорта Бреберн (стройное веретено) - подкожной пятнистостью - до 30%. Отмечено, что в период хранения происходит снижение плотности мякоти плодов в 1,4-2,2 раза, а также изменение вкуса в зависимости от сорта и формы кроны.

Ключевые слова: плод яблони; сорт; форма кроны; съемная зрелость; хранение; физиологические заболевания.

Для цитирования: Бабинцева Н.А., Кириченко В.С., Горб Н.Н. Влияние формы кроны на качественные показатели съемной зрелости и лежкость плодов яблони в условиях Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4):366-371. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.010

The effect of the crown shape on qualitative indicators of picking maturity and keeping capacity of apple fruits in the conditions of Crimea

Babintseva N.A., Kirichenko V.S., Gorb N.N.

Nikita Botanical Garden - National Scientific Center of the RAS, 52 Nikitskiy Spusk str., Nikita Settlement, 298648 Yalta, Republic of Crimea, Russian Federation

Abstract. In modern conditions of intensive gardening development, the actual problem is the selection of less costly and labor-intensive systems of crown shaping in compliance with all agrotechnical actions in order to obtain heavy yield of good quality. The goal of the research is aimed at studying the effect of different methods of crown shaping on the indicators of picking maturity and keeping capacity of fruits. The work was carried out in the department "Crimean experimental gardening station" of the FSBSI NBS-NSC RAS using methods of field research with fruit crops. The objects of research were four crown shapes on the EM-IX rootstock (4 x 1m, 2500 trees/ha) and the fruits of winter ripening varieties 'Dzhalita', 'Brebern', 'Renet Simirenko'. The studies provided allow us to identify the most effective crown shapes and sufficiently resistant varieties for establishing intensive gardens with a high density of planting, giving high-quality marketable products, both in the garden and during storage. The variability of indicators of fruit picking maturity depends on the variety, weather conditions of growing and the crown shape. It was established that fruits of varieties 'Dzhalita', 'Brebern' (French axis) and 'Renet Simirenko' (slender spindle, leaderless flattened, three-leader) did not have physiological diseases during storage. Tasting assessment is 4.5-5.0 points, and the natural loss does not exceed 5.1%. It is also established that fruits of the 'Dzhalita' variety (slender spindle, three-leader crown) during storage are subject to damage by various fruit rot up to 20%, and fruits of the 'Brebern' variety (slender spindle) by subcutaneous spotting - up to 30%. It is noted that during the storage period there is a decrease in the density of fruit pulp by 1.4 - 2.2 times, and a change in flavor depending on the variety and crown shape.

Key words: apple fruit; variety; crown shape; picking maturity; storage; physiological diseases.

For citation: Babintseva N.A., Kirichenko V.S., Gorb N.N. The effect of the crown shape on qualitative indicators of picking maturity and keeping capacity of apple fruits in the conditions of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2021; 23(4):366-371 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.010

Введение

Садоводство Крыма – одна из важнейших отраслей сельского хозяйства, главной задачей которой является обеспечение населения высококачественными плодами и ягодами, а также продуктами их переработки в течение всего года. Яблоня на полуострове – одна из ведущих культур, плоды которой являются незаменимым источником природных витаминов, минеральных веществ, антиоксидантов, обладают лечебными и профилактическими свойствами [1, 2]. На современном этапе развития садоводства производство плодов постоянно возрастает, совершенствуются технологии, обновляется сортимент продукции. Поэтому особое внимание должно быть уделено сортам, плоды которых имеют высокие товарные и вкусовые качества, позднезимние сорта обладают лежкостью 7–8 месяцев, устойчивы к болезням [3, 4]. При научно обоснованной потребности человека в плодах и ягодах около 100–120 кг/год, реальное потребление в России составляет 50–55 кг/год, причем 35 кг из них – импортная продукция, а 15–20 кг – продукция отечественных производителей [5]. Эффективность производства плодовой продукции зависит, в первую очередь, от формирования качественных показателей плодов непосредственно в саду, что влияет на качество плодов в процессе хранения, а, значит, отражается на цене реализации и экономической эффективности отрасли [6–10].

В современных условиях развития интенсивного садоводства для получения высоких урожаев хорошего качества актуальной проблемой является подбор менее затратных и трудоемких систем формирования кроны с соблюдением всех агротехнических мероприятий. Строение формы кроны и структура плодовой древесины оказывают влияние на освещенность всех частей кроны со всех сторон дерева, что отражается на формировании товарного качества плодов, их окраске и химическом составе [11–14]. Процесс освещения в различных кронах проходит по-разному, поэтому созревание плодов в разных зонах дерева происходит неравномерно. У разнокачественных плодов при хранении могут проявляться физиологические заболевания и снижение товарного вида. Потери могут достигать высоких показателей, от 5 до 40–50% [2, 7, 9, 15]. Между тем, снижение потерь и возможность длительного хранения плодов зависят не только от сроков съема, состояния зрелости плодов поступающих на хранение, но и от технологии хранения [10, 16, 17]. Срок наступления съемной зрелости у каждого сорта свой, он изменяется от зоны и погодных условий выращивания, типа сада, формы кроны [11, 12, 15, 18, 19].

Цель исследований – изучение влияния различных способов формирования кроны на показатели съемной зрелости плодов и их лежкость.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС-ННЦ» в интенсивном саду 2013 года посадки. Варианты опыта: 1 вариант – стройное веретено (контроль); 2 вариант – безлидерная уплощенная крона; 3

вариант – трёхлидерная крона; 4 вариант – французская ось. Схема посадки – 4 x 1 м (2500 дер./га), подвой ЕМ-IX. Объектами исследований являлись плоды яблони зимнего срока созревания сортов Бреберн, Джалита, Ренет Симиренко.

Почвы опытного участка аллювиальные лугово-черноземные карбонатные на аллювиальных отложениях. Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН=8,1). Объемная масса почвы в полуметровом слое составляет 1,34 г/см³. Содержание гумуса незначительное. В саду функционирует капельное орошение. Исследования проводились по методикам полевых опытов с плодовыми культурами [20–23]. Перед закладкой на хранение в плодах определяли показатели съемной зрелости: плотность мякоти, йод-крахмальную пробу, вкусовые качества и сухие растворимые вещества. Хранение плодов осуществлялось в экспериментальной холодильной камере со свободным доступом воздуха при температуре плюс 1,0°C и относительной влажности воздуха 85–90%. Плоды снимали в стадии съемной зрелости, а их товарность соответствовала ГОСТ 21122-75. Плотность мякоти плодов определяли перед закладкой и в конце хранения путем прямого измерения пенетрометром. В конце хранения была проведена дегустационная оценка, потери и наличие физиологических заболеваний и болезней по всем вариантам опыта. Естественную убыль массы плодов устанавливали взвешиванием фиксированных проб.

Результаты исследований и их обсуждение

Метеорологические условия всего вегетационного года оказывают влияние на процессы роста и созревания плодов, урожайность, товарно-потребительские качества, определяют направленность обмена веществ, формируют потенциал лежкости плодов [18, 19]. В период формирования и роста плодов в 2020 г. наблюдали высокие температуры воздуха: в июне – 31,4–35,4°C; в июле – 33,3–37,2°C; в августе – 30,8°C; на почве температурные показатели менялись от 37,2 до 55,6°C. В сентябре среднесуточная температура воздуха составила 19,1°C, что превысило многолетнюю норму почти в два раза, при максимальной в воздухе 30,0–35,9°C, на почве – 28,9–41,9°C. Относительная влажность воздуха в эти месяцы неоднократно опускалась до 20–30%. В летний период были зафиксированы также обильные осадки, которые превышали месячные нормы. Например, сумма осадков в июне составила 59,6 мм (норма 52,5 мм), в июле – 97,5 мм (превысило норму в 2,2 раза), в августе – 53,0 мм (выше нормы на 5,1 мм), в сентябре – 68,3 мм (выше нормы на 25,3 мм.). На начало октября сумма эффективных температур выше 10°C составила 1672,8°C, а активных – 4348,6°C, что превысило норму на 298,8 и 1271,6°C соответственно. Погодные условия способствовали созреванию плодов раньше оптимального срока. Уборку урожая у сорта Джалита начали 27.08, Бреберна и Ренета Симиренко 24–25.09. На хранение плоды поступали, имея индекс йод-крахмальной пробы у сорта Бреберн – 3,0–3,6 балла, у сорта Джалита – 4,0–4,5 балла и у сорта Ренет Симиренко – 4,3–4,5 балла. Плотность мякоти плодов зависела от биологи-

Таблица 1. Показатели зрелости плодов перед закладкой на хранение в зависимости от сорта и формы кроны. Схема посадки – 4 x 1 м, подвой ЕМ-IX, 2020 г.

Table 1. Indicators of fruit ripeness before laying for storage, depending on the variety and crown shape. Planting scheme – 4 x 1 m, rootstock EM-IX, 2020

Вариант/ форма кроны	Средняя масса плода, г	Плотность мякоти, кг/см ²	Оценка вкуса, балл	Сухие растворимые вещества, %	Индекс йод-крахмальной пробы, балл
Бреберн (25.09. 2020 г.)					
Стройное веретено (к)	154,8	11,4	4,5	13,0	3,0
Безлидерная уплощенная крона	146,2	10,6	4,5	11,1	3,2
Трехлидерная крона	157,9	11,4	5,0	11,8	3,2
Французкая ось	128,8	11,5	4,8	12,2	3,6
Джалита (27.08. 2020 г.)					
Стройное веретено (к)	167,6	7,8	3,5	13,0	4,0
Безлидерная уплощенная крона	149,3	7,6	4,0	10,4	4,2
Трехлидерная крона	240,5	7,7	5,0	11,6	4,5
Французская ось	167,0	9,1	4,3	11,6	4,2
Ренет Симиренко (24.09. 2020 г.)					
Стройное веретено (к)	119,4	11,4	4,3	13,2	4,3
Безлидерная уплощенная крона	141,2	10,3	5,0	11,8	4,4
Трехлидерная крона	143,0	10,9	5,0	11,1	4,5
Французская ось	150,5	10,8	5,0	10,8	4,5

ческих особенностей сорта и распределения плодов в кроне деревьев. Так, плоды в кронах французской оси имели более плотную мякоть от 9,1 кг/см² (Джалита) до 11,5 (Бреберн), а в кроне свободного веретена сорта Ренет Симиренко – до 11,4 кг/см² (табл. 1). Более рыхлая мякоть отмечена в плодах безлидерной уплощенной кроны у сортов Джалита (7,6 кг/см²), Ренет Симиренко и Бреберн (10,6 кг/см²). Показатели упругости плодов трехлидерной кроны варьировали от 7,7 (Джалита) до 10,9 кг/см² (Ренет Симиренко).

Согласно методическим рекомендациям по съему плодов [20, 23], вышеуказанные показатели по сорту Джалита можно считать оптимальными; у сорта Бреберн и Ренет Симиренко – высокими. За период вегетации плоды стройного веретена накопили высокое содержание сухих растворимых веществ – 3,0–13,2 % (табл.1). В плодах сортов Джалита (безлидерная уплощенная) и Ренет Симиренко (французская ось) этих веществ находится от 10,4 до 10,8 %. Содержание сахаров в плодах при других формах крон отмечена на уровне 11,1–11,8%.

Варьирование величины плодов зависело от сорта, нагрузки урожаем, структуры плодоносящей древесины и места положения плодов в кроне. Более крупные плоды, средняя масса которых составила 167,0–240,5 г, имели деревья сорта Джалита, кроме плодов с безлидерной уплощенной кроны – 149,3 г. У сорта Бреберн показатели изменялись от 128,8 (французская ось) до 157,9 г (трехлидерная крона). Средняя масса плодов сорта Ренет Симиренко не превышала 150,5 г. По вкусовым качествам плоды яблони делятся на десертные (4,5–5,0 балла), столовые (3,9–4,4 балла) и технические сорта (3,8 балла и ниже) [4, 15]. По результатам наших исследований и на основании органолептические

оценки вкуса, большая часть плодов отнесена к десертным сортам (4,5–5,0 балла). Высокими вкусовыми качествами (5 баллов) характеризуются плоды сорта Ренет Симиренко, однако следует отметить незначительное снижение вкуса (до 4,3 балла) в вариантах стройного веретена. Плоды трехлидерной кроны у сортов Джалита и Бреберна имеют максимальную оценку вкуса (5 баллов) по сравнению с другими формами кроны. К столовым сортам по вкусу (3,5–4,3 балла) отнесены плоды сорта Джалита – безлидерной кроны и французской оси, и только плоды стройного веретена имеют технический вкус на 3,5 балла. Перед закладкой на хранение высокий выход стандартных плодов высшего и первого товарных сортов отмечен в урожае сорта Джалита, который составил 100,0 %, у сорта Бреберн – 95 %. Несколько ниже качество в урожае сорта Ренет Симиренко, – 75–95 % плодов стандартных размеров (калибром 65 мм и выше), 10–25% второго сорта (плоды калибром 55 мм) и 5–10 % третьего сорта (повреждение вредителями и болезнями в саду) в зависимости от формы кроны. Плоды изучаемых сортов хранились с сентября по январь 2021 г., что составило от 108 до 112 дней, т.е. 3,7 месяца. Физиологическое состояние плодов на момент съема во многом определяет потенциал их лежкости, вкусовые качества и сохранность в процессе хранения [10]. Твердость плодов при хранении всегда снижается, но интенсивность этого процесса зависит от сорта, исходного состояния плодов и способа хранения [4, 10, 24]. В период хранения было отмечено снижение упругости мякоти плодов, изменение вкусовых качеств. В наших исследованиях плотность мякоти плодов яблони на конец хранения составила по сортам: Бреберн – 6,3–7,4 кг/см², Ренет Симиренко – 5,0–6,1 кг/см² и

Таблица 2. Качественные показатели плодов зимних сортов в конце хранения в зависимости от формы кроны. Схема посадки – 4 x 1 м, подвой – ЕМ-IX, 2020 г.

Table 2. Qualitative indicators of fruits of winter varieties at the end of storage, depending on the crown shape. Planting scheme – 4 x 1 m, rootstock – ЕМ-IX, 2020

Форма кроны	Вариант	Плотность мякоти, кг/см ²	Оценка вкуса, балл	Естественная убыль, %	Повреждаемость заболеваниями %	
					грибные гнили	горькая ямчатость
Бреберн (25.09.2020 г. – 15.01.2021 гг.)						
Стройное веретено (к)		6,7	4,5	4,3	0	30
Безлидерная уплощенная крона		7,4	4,5	4,8	0	20
Трехлидерная крона		6,3	4,8	5,1	20	0
Французская ось		6,7	4,8	5,1	0	0
Джалита (27.08.2020 г. – 15.01.2021 гг.)						
Стройное веретено (к)		4,1	3,7	7,4	20	0
Безлидерная уплощенная крона		4,2	3,2	5,6	10	0
Трехлидерная крона		3,7	4,0	5,6	20	10
Французская ось		4,9	4,5	5,6	0	0
Ренет Симиренко (24.09.2020 г. – 15.01.2021 гг.)						
Стройное веретено (к)		6,1	5,0	4,1	0	0
Безлидерная уплощенная крона		5,0	4,0	4,0	0	0
Трехлидерная крона		5,4	4,0	4,3	0	0
Французская ось		5,0	4,8	3,9	10	10

Джалита – 3,7–4,9 кг/см² (табл. 2). За период хранения плоды потеряли упругость мякоти в 1,4–1,8 раза (сорт Бреберн); в 1,8–2,1 раза (сорт Джалита) и в 1,9–2,2 раза (сорт Ренет Симиренко) в зависимости от формы кроны. Отмечено также снижение вкусовых качеств в 1,2 раза в плодах сортов Джалита и Ренет Симиренко с трехлидерной и безлидерной уплощенной кроной. Высокими вкусовыми качествами после хранения характеризуются плоды сорта Бреберн независимо от формы кроны – 4,5–4,8 балла (табл.2). Улучшились вкусовые качества в период хранения в плодах сорта Ренет Симиренко с формой кроны стройное веретено (с исходных показателей 4,3 балла до 5 баллов).

Экстремальные погодные условия в период созревания плодов повлияли на товарность яблок в период хранения, что привело к повреждению физиологическими заболеваниями и болезнями грибной этиологии в разрезе сортов. Так, плоды сорта Бреберн в большей степени подвержены заболеванию подкожной пятнистостью от 20% (безлидерная уплощенная крона) до 30% (стройное веретено) и только в варианте с трехлидерной кроной обнаружено 20% плодовых гнилей. Естественная убыль массы у этого сорта отмечена на уровне 4,3–5,1%. Плоды сорта Джалита больше повреждались различными плодовыми гнилями: от 10% (безлидерная уплощенная крона) до 20% (стройное веретено, трехлидерная), а плоды трехлидерной кроны – до 10% подкожной пятнистостью. Потери у этого сорта составили от 5,6 до 7,4% в зависимости от формы кроны. Более устойчивыми к физиологическим заболеваниям оказались плоды сорта Ренет Симиренко в форме стройного веретена, безлидерной уплощенной и трехлидерной кроны. Плоды французской оси повреждались до 10% плодовыми гнилями и подкожной пятнистостью. Естественные потери при

хранении этого сорта составили 3,9–4,3%.

Выводы

Проведенные исследования позволили выявить наиболее эффективные формы кроны и достаточно устойчивые сорта для закладки интенсивных садов с высокой плотностью посадки, обеспечивающие высококачественную товарную продукцию как в саду, так и после хранения. Изменчивость показателей съемной зрелости в плодах зависит от сорта, погодных условий выращивания и формы кроны. Установлено, что плоды сортов Джалита, Бреберн (французская ось) и Ренет Симиренко (стройное веретено, безлидерная уплощенная, трехлидерная кроны) в период хранения не имеют физиологических заболеваний, дегустационная оценка вкуса составляет – 4,5–5,0 балла, естественная убыль не превышает 5,1%. Установлено также, что при хранении в условиях свободного доступа воздуха до четырех месяцев плоды сорта Джалита (стройное веретено, трехлидерная крона) повреждаются до 20% разными плодовыми гнилями, а плоды сорта Бреберн (стройное веретено) – подкожной пятнистостью до 30%. Отмечено, что в период хранения происходит снижение плотности мякоти в плодах (в 1,4–2,2 раза) и изменение вкуса в зависимости от сорта и формы кроны.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0829-2019-0033.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0829-2019-0033.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Плугатарь Ю.В., Смыков А.В. Перспективы развития садоводства в Крыму // Сб. научных трудов ГНБС. Ялта. 2015;140:5-18.
2. Гorb Н.Н., Унтилова А.Е., Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В., Бабинцева Н.А., Литченко Н.А., Попов А.И., Хоружий П.Г., Арифова З.И., Гришанева Л.Ю. Хранение плодов семечковых и других плодово-ягодных культур в условиях Крыма // Научно-практическое издание. Симферополь: Антика. 2016:1-105.
3. Соколов О.В., Неуймин Д.С., Трунов А.И. Проблемы развития садоводства и рынка плодово-ягодной продукции в условиях импортозамещения // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. 2016;5(13):135-142.
4. Гудковский В.А., Кожина Л.В., Назаров Ю.Б., Гучева Р.Б. Современные технологии хранения и их влияние на качество плодов яблони // Достижения науки и техники АПК. 2016;30(9):105-108.
5. Хатко З.Н., Колодина Е.Н. Анализ потребления фруктов и овощей различными группами населения // Новые технологии. 2019;2(48):118-132.
6. Причко Т.Г. Эффективность производства плодовой продукции и направления её повышения // Научные труды СКФНЦСВВ. 2018;17:32-38.
7. Гудковский В. А., Кожина Л. В., Назаров Ю. Б., Балакирев А.Е., Гучева Р.Б. Высокоточные технологии хранения плодов яблони - основа обеспечения их качества (достижения, задачи на перспективу) // Достижения науки и техники АПК. 2019;33(2):61-67.
8. Lurie S. Quality parameters of fresh fruit and vegetable at harvest and shelf life. Optical Monitoring of Fresh and Processed Agricultural Crops. Boca Raton: CRC Press, 2008:2-16.
9. Причко Т.Г., Чалая Л.Д., Карпушина М.В. Изменение качественных показателей плодов яблони в процессе выращивания и хранения // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2011;7:11-21.
10. Карпов С.Б., Ильинский А.С., Пугачев В.Ю. Современные тенденции в определении оптимального срока съема плодов для хранения // Вестник Мичуринского ГАУ. 2011;2(2):79-84.
11. Трунов Ю.В., Соловьев А.В. Состояние и перспективы развития садоводства в России. Технологические особенности современного садоводства // Вестник Мичуринского ГАУ. 2012;3:42-48.
12. Бабинцева Н.А., Гorb Н.Н. Влияние садовых конструкций на длительность хранения плодов яблони (*Malus domestica* Borkh.) в Предгорной зоне Крыма // Сб. научных трудов ГНБС, Ялта. 2017;144(2):9-15.
13. Муханин И.В., Григорьева Л.В., Кожина А.И. Формирование крон и обрезка плодовых деревьев привойно-подвойных комбинаций для интенсивных безопорных садов. Мичуринск-научоград РФ, 2011:1-272.
14. Гorb Н.Н., Бабинцева Н.А., Унтилова А.Е. Взаимодействие факторов, влияющих на лежкость плодов в условиях Предгорного Крыма // Садівництво. К.: Нора-Прінт. 2005;56:141-147.
15. Григорьева Л.В., Ершова О.К. Комплексная оценка привойно-подвойных комбинаций яблони и эффективность их возделывания в интенсивных садах // Достижения науки и техники АПК. 2016;30(5):53-57.
16. Родиков С.А. Оптимальные сроки съема яблок и побурение их поверхности - основные проблемы хранения // Плодоводство и ягодоводство России. 2011;28(2):184-190.
17. Федоров М.А. Промышленное хранение плодов. М.: Колос, 1984:1-184.
18. Причко Т.Г., Чалая Л.Д. Формирование качественных показателей плодов яблони в зависимости от погодных условий вегетационного периода // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2012;13:86-94.
19. Седова З.А., Макарина М.А. Влияние метеорологических условий года на сохраняемость яблок // Селекция, сортоизучение, репродукция, агротехника плодовых и ягодных культур. Тула. 1992:113-120.
20. Причко Т.Г. Уборка, хранение и товарная обработка яблок. Краснодар, 2015:1-126.
21. Седова З.А., Гудковский В.А. Изучение лежкости плодов семечковых культур // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Седова Е.Н., Огольцовой Т.П., Орел: ВНИИСПК, 1999:177-183.
22. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур // Под общ. ред. Седова Е. Н., Огольцовой Т.Г., Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606.
23. Целуйко Н.А. Определение срока съема плодов семечковых культур. М., 1969:1-72.
24. Корниенко Н.Я. Адаптивность сортов яблони к основным заболеваниям при хранении в изменяющихся условиях регулируемой среды // Известия Оренбургского ГАУ. 2015;5(55):181-183.

References

1. Plugatar Yu.V., Smykov A.V. Prospects for the development of horticulture in Crimea. Scientific Works of the State Nikit. Botan. Gard. 2015;140:5-18 (in Russian).
2. Gorb N.N., Untilova A.E, Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V., Babintseva N.A., Litchenko N.A., Popov A.I., Horuzhy P.G., Arifova Z.I., Grishaneva L. Yu. Storage of fruits of pome and other fruit and berry crops in the conditions of the Crimea. Scientific and practical edition. Simferopol: Antiqua. 2016:1-105 (in Russian).
3. Sokolov O.V , Neuymn D.S., Trunov A.I. Problems of horticulture development and fruit-berry production market in terms of import substitution. Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products. 2016;5(13):135-142 (in Russian).
4. Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Nazarov Y.B., Gocheva R.B. Modern storage technologies and their impact on quality of apples. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2016;30(9):105-108 (in Russian).
5. Khatko Z.N., Kolodina E.M. Analysis of fruit and vegetable consumption by different population groups. New technologies. 2019;2(48):118-132 (in Russian).
6. Prichko T.G. Efficiency of fruit production and the directions of its increase. Scientific works of SKFNTSSVV. 2018;17:32-38 (in Russian).
7. Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Nazarov Y. B., Balakirev A.E., Gocheva R.B. High-precision storage technologies for apple fruits - the basis for ensuring their quality (achievements, tasks for the future). Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2019;33(2):61-67 (in Russian).
8. Lurie S. Quality parameters of fresh fruit and vegetable at harvest and shelf life. Optical Monitoring of Fresh and Processed Agricultural Crops. Boca Raton: CRC Press, 2008:2-16.
9. Prichko T.G., Chalaya L.D., Karpushina M.V. Change in the quality indicators of apple fruit in the process of growing and storage. Fruit growing and viticulture of the South Russia. 2011;7:11-21(in Russian).

10. Karpov S.B., Ilyinskiy A.S., Pugachyov V.Yu. Modern trends in determination of optimum harvest time of apples for long term storage. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2011;2(2):79–84 (*in Russian*).
11. Trunov Yu.V., Solovyev A.V. Status and development prospects of Russian horticulture technological features of modern horticulture. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2012;3:42–48 (*in Russian*).
12. Babintseva N.A., Gorb N.N. The influence of garden designs on the duration of storage of apple fruits (*Malus domestica* Borkh.) in the foothill zone of the Crimea. Scientific Works of the State Nikit. Botan. Gard. 2017;144(2):9–15 (*in Russian*).
13. Mukhanin I.V., Grigorieva L.V., Kozhina A.I. Formation of crowns and pruning of fruit trees of scion-rootstock combinations for intensive unsupported orchards. Michurinsk-Naukograd RF, 2011:1–272 (*in Russian*).
14. Gorb N.N., Babintseva N.A., Untilova A.E. The interaction of factors affecting the keeping quality of fruits in the conditions of the Piedmont Crimea. Sadivnistvo. Kiev: Nora-Print. 2005;56:141–147 (*in Russian*).
15. Grigoryeva L.V., Ershova O.K. Comprehensive assessment of scion-rootstock combinations of apple trees and the effectiveness of their cultivation in intensive orchards. Achievements of science and technology in the agro-industrial complex. 2016;30(5):53–57 (*in Russian*).
16. Rodikov S.A. Optimal timing of apple picking and browning of their surface - the main problems of storage. Fruit and berry production in Russia. 2011;28(2):184–190 (*in Russian*).
17. Fedorov M.A. Industrial fruit storage. M.: Kolos, 1984:1–184 (*in Russian*).
18. Prichko T.G., Chalaya L.D. Formation of qualitative indicators of apple fruits depending on weather conditions of the vegetation period. Fruit growing and viticulture of the South Russia. 2012;13:86–94 (*in Russian*).
19. Sedova Z.A., Makarina M.A. Influence of meteorological conditions of the year on the preservation of apples. Selection, variety research, reproduction, agricultural technology of fruit and berry crops. Tula. 1992;113–120 (*in Russian*).
20. Prichko T.G. Cleaning, storage and commercial processing of apples. Krasnodar, 2015:1–126.
21. Sedova Z.A., Gudkovskiy V.A. Study of keeping quality of fruits of pome crops. Program and methodology of variety research of fruit, berry and nut-fruit crops. Edited by Sedova E.N., Ogoltsova T.P. Orel: VNIISPK, 1999:177–183 (*in Russian*).
22. The program and methods of the valieti studi of fruit, berry and nut crops. Edited by Sedov E.N., Ogoltsova T.G., Orel: VNIISPK. 1999:1–606 (*in Russian*).
23. Tseluiko N.A. Determination of terms for harvesting the fruits of pome crops. M., 1969:1–72 (*in Russian*).
24. Kornienko N.Ya. Adaptability of apple varieties to the main diseases when stored in changing conditions of controlled environment. News of Orenburg State Agrarian University. 2015;5(55):181–183 (*in Russian*).

Информация об авторах

Нина Александровна Бабинцева, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории выращивания плодовых культур; e-mail: n.babintseva@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2558-6808>;
 Виктория Сергеевна Кириченко, инженер-исследователь лаборатории технологий выращивания плодовых культур; e-mail: loginova_v_koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5613-8939>;
 Надежда Никоноровна Горб, науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1441-2009>.

Information about authors

Nina A. Babintseva, Cand.Agric.Sci., Senior Staff Scientist of the Laboratory of Growing Fruit Crops; e-mail: n.babintseva@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2558-6808>;
 Viktoria S. Kirichenko, Research Engineer of the Laboratory of Technologies for Growing Fruit Crops; e-mail: loginova_v_koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5613-8939>;
 Nadezhda N. Gorb, Staff Scientist of the Laboratory of Breeding and Variety Research; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1441-2009>.

Статья поступила в редакцию 10.06.2021, одобрена после рецензии 14.09.2021, принята к публикации 19.11.2021

Перспективные клоновые подвои яблони в Крыму

Танкевич В.В.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Россия, Республика Крым, 298648, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52

Аннотация. Современная экономика диктует необходимость быстрой и эффективной окупаемости затрат, вложенных в производство продукции садоводства, что требует интенсификации отрасли. Одним из путей решения поставленных задач является закладка садов на клоновых подвоях, обеспечивающих высокое, стабильное плодоношение, с плодами отменных вкусовых качеств, подбор новых подвоев, приспособленных к условиям Крыма и не уступающих по комплексу хозяйственно-биологических свойств районированным в регионе. В статье освещены результаты многолетнего изучения 14 клоновых подвоев в сочетании с двумя сортами яблони. Определена сила роста изучаемых привойно-подвойных комбинаций в почвенно-климатических условиях Предгорного Крыма. Комбинации сортов Аскольда и Ренет Симиренко с подвоями ЕМ-IX, КД 4, КД 5 по показателям параметров кроны относятся к слаборослой группе. Деревья на К 104 по силе роста занимают положение промежуточное между ЕМ-IX и ММ-106, но имеют хорошо развитую корневую систему и компактную форму кроны. Выделенные комбинации рано вступают в плодоношение (на 2–3-й год). Средний урожай таких насаждений равен 24,4–30,6 т/га. Отобранные подвои обладают большим биологическим потенциалом и эффективными хозяйственно-биологическими свойствами, и представляют интерес для южного садоводства.

Ключевые слова: сад; подвой; сорт; сила роста; параметры кроны; площадь сечения штамба; урожай.

Для цитирования: Танкевич В.В. Перспективные клоновые подвои яблони в Крыму // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4):372-376. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.011

Promising clonal apple rootstocks in Crimea

Tankevich V.V.

Nikita Botanical Garden - National Scientific Center of the RAS, 52 Nikitskiy Spusk str., Nikita Settlement, 298648 Yalta, Republic of Crimea, Russian Federation

Abstract. Modern economy necessitates quick and effective return of costs invested in the horticultural production, which requires the intensification of the industry. One of the ways to solve the assigned tasks is to establish gardens on clonal rootstocks ensuring high and consistent fruiting with crops of excellent palatability traits, selection of new rootstocks adapted to the conditions of Crimea and not inferior in terms of the range of economic and biological properties to those released in the region. This paper highlights the results of long-term study of 14 clonal rootstocks in combinations with two apple varieties. The growth power of the studied scion-rootstock combinations in the soil and weather conditions of the Piedmont Crimea was determined. Combinations of 'Ascolda' and 'Renet Simirenko' varieties with rootstocks EM-IX, KD 4, and KD 5 in terms of crown parameter values belong to a dwarf group. Trees on K 104 are intermediate between EM-IX and MM-106 in terms of growth power, but have a well-developed root system and a compact crown shape. The above mentioned combinations enter into fruiting very early (on the 2nd-3d year). The average yield of such plantations is 24.4–30.6 t/ha. The selected rootstocks are of great biological potential and effective economic and biological properties, so they are promising for southern horticulture.

Key words: garden; rootstock; variety; growth power; crown parameters; cross-sectional area of the trunk; yield.

For citation: Tankevich V.V. Promising clonal apple rootstocks in Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2021; 23(4):372-376 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.011

Введение

Новые тенденции в современном плодоводстве, в том числе и производстве плодов яблони, направлены на более интенсивную культуру плодовых насаждений, которые требуют закладки низкорослых, скороплодных, высокоурожайных и ресурсосберегающих насаждений с высоким качеством плодов. При этом ведущая роль отводится сортам и подвоям с ограниченным габитусом кроны, которые способны обеспечивать высокую продуктивность. Для создания интенсивных насаждений яблони и быстрого внедрения их в производство важное значение имеет как подбор подвоев для выращивания посадочного материала,

так и выделение лучших высокопродуктивных сорто-подвойных сочетаний.

Преимущество клоновых подвоев перед семенными заключается в том, что деревья на них менее рослые, что позволяет применять уплотненные схемы посадки и более рационально использовать земельные ресурсы, а также ускорять срок вступления в плодоношение. Поиск подвоев для плодовых культур, для яблони в частности, превосходящих по своим хозяйственно-биологическим свойствам семенные, ведется давно. Основоположником карликового садоводства в Крыму был Симиренко Л.П. [1].

В планах развития садоводства на юге страны и в Крыму большое внимание уделяется увеличению площадей садов семечковых и косточковых культур на перспективных клоновых подвоях, в том числе мест-

ной селекции [2–4].

О важности изучения особенностей клоновых подвоев свидетельствуют работы многих ученых [5–7]. Особенно важными признаками этих подвоев являются генетическая однородность, низкорослость, скороплодность, регулярность плодоношения и специфическое строение корневой системы.

Существование разных почвенно-климатических условий на территории России в целом и, в частности, в Крыму, и связанная с ними многовековая приспособленность отдельных пород, видов и форм требуют проведения тщательного изучения и районирования подвоев по плодовым зонам [8].

Мнение известных российских ученых прошлого столетия [9–11] о том, что для повышения урожайности садов необходимо даже в одной зоне выращивать плодовые на нескольких подвоях, которые бы по-разному реагировали на условия произрастания и имели разную силу роста, подтверждается работами современных питомниководов [12–14].

Промышленное садоводство, в настоящее время, базируется на использовании клоновых подвоев. Однако эта проблема еще далека от своего решения. Многие применяющиеся клоновые подвои по ряду параметров не вполне удовлетворяют плодоводов.

Одной из основных задач науки третьего тысячелетия является создание агросистем, позволяющих максимально использовать биологические свойства привойно-подвойных сочетаний с минимальным агротехническим вмешательством.

Интенсивное садоводство подразумевает раннее вступление в товарное плодоношение, ежегодные достаточно высокие урожаи плодов хорошего качества, быстрое наращивание продуктивности и окупаемости [15, 16]. Яблоня на сильнорослых семенных подвоях начинает плодоносить на 3–4 год после посадки, а на клоновых – на 2–3-й год.

Применение во время выращивания сада комплекса агротехнических мероприятий, безусловно, поможет вырастить высокоурожайный, быстрорастущий сад. В Крыму недостаточно изучены сорто-подвойные сочетания яблони в каждой конкретной агроклиматической зоне. Отсутствуют четкие рекомендации по размножению и выращиванию посадочного материала на перспективных подвоях [17].

Традиционно яблоня на юге РФ и, в частности, в Крыму, выращивается со второй половины прошлого века на подвоях серии ЕМ и ММ, которые не всегда отвечают требованиям интенсивного садоводства. Универсальных подвоев не бывает, поэтому нужен тщательный подход к их внедрению в разных почвенно-климатических условиях юга. Поиск и оценка перспективных подвоев и сорто-подвойных комбинаций, которые являются основными составляющими производства плодов, позволяющими полнее раскрыть биологический потенциал яблони в почвенно-климатических условиях Крыма, с учетом глобальных климатических изменений и дефицита поливной воды, определяют актуальность наших исследований.

Цель исследований – создание и подбор новых подвоев, не уступающих по биологическим свойствам

мировым аналогам и приспособленных к условиям Крыма, а также юга России и сопредельных территорий.

Материалы и методы исследований

Изучали 14 подвоев яблони: ЕМ – IX (к), ММ – 106 (к), ЕМ – 26 (к) – английской селекции; КД 4, КД 5, Д 1071, Д 1161, Д 1904, Батуриновское, Надия, Самбирское, Слабожанское – украинской селекции; 54 – 118, К 104 – российской селекции с сортами Аскольда и Ренет Симиренко. Сад посадки 2013 года заложен на отделении «Крымская опытная станция садоводства», ныне отделение ФГБУН «НБС-ННЦ». Почвы опытного участка лугово-аллювиального и делювиального происхождения, образованные в надпойменной террасе древней дельты реки Салгир, в районе ее среднего течения. По механическому составу почва опытного участка среднесуглинистая с содержанием глинистых (размер частиц (< 0,01 мм) и иловатых частиц (< 0,001 мм)), соответственно, 64–72 и 33–42%. В соответствии с тяжелым механическим составом, эти почвы содержат большое количество недоступной растениям влаги. Обеспеченность подвижными формами азота (1,5–1,9 мг) и фосфора – средняя (2,8–6,5 мг на 100 г абсолютной сухой почвы), обменным калием – высокая (44–58 мг).

Сравнительное исследование подвоев и сорто-подвойных комбинаций, а также определение их силы роста и влияния на развитие растений в саду проводилось по методикам полевых исследований с плодовыми культурами [18–21].

По биологическим свойствам дерева яблони можно отнести к сильнорослой культуре. На сильнорослых семенных подвоях их высота достигает 4,5–5,0 и более метров в зависимости от условий произрастания. Габитус кроны при этом не позволяет использовать уплотненные посадки, которые являются одним из основных элементов интенсивного садоводства. Решать эту проблему в значительной мере позволяет применение клоновых подвоев. Растения на клоновых подвоях менее рослые. Габитус кроны в 1,5–2,0 раза меньше, чем на семенных. Сила роста деревьев на вегетативных подвоях в первые годы после посадки значительно не различается.

Параметры кроны растений зависят от сорта и подвоя. Анализ данных, в наших исследованиях, показывает, что высота деревьев Ренет Симиренко, на всех изучаемых подвоях, составляла в 2016 году 2,6–2,7 м, что на 4% больше, чем у сорта Аскольда (2,5–2,6 м). Разница по высоте кроны сорта Ренет Симиренко в зависимости от подвоя равна 0,2–0,4 м. Данные площади проекции и объема кроны четырехлетних, а также площади сечения штамба деревьев яблони разных сорто-подвойных сочетаний варьируют незначительно.

При изучении биологических особенностей деревьев яблони сортов Аскольда и Ренет Симиренко в последующие годы выявлено, что показатели параметров кроны зависят от силы роста подвоев.

Высота кроны 7-летних деревьев яблони сорта Ренет Симиренко, также как в первые годы развития, на 0,1–0,3 м была больше, чем у сорта Аскольда на тех

Таблица 1. Площадь сечения штамба, проекции и объем кроны деревьев яблони разных сорто-подвойных комбинаций. Год посадки – 2013**Table 1.** Cross-sectional area of the trunk, projections and crown volume of apple trees of different varieties and rootstock combinations. Planting year - 2013

Подвои	Аскольда			Ренет Симиренко		
	площадь сечения штамба, 2019 г., см ²	площадь проекции кроны, м ²	объем кроны, м ³	площадь сечения штамба, 2019 г., см ²	площадь проекции кроны, м ²	объем кроны, м ³
Схема посадки 4x2 м						
ЕМ – IX (к)	58,5	4,7	8,04	59,5	6,2	8,98
Самбирское	49,7	4,2	8,25	58,6	5,5	8,36
КД 4	57,2	4,7	7,70	57,6	5,1	8,05
КД 5	52,7	4,5	7,91	56,0	5,3	8,26
54 – 118	71,8	5,3	8,46	76,4	7,8	9,61
Д 1071	62,6	5,3	8,46	58,9	7,5	9,40
К 104	69,9	5,1	8,36	71,7	7,1	9,20
НСР ₀₅	8,2	0,2	0,17	5,3	0,3	0,19
Схема посадки 4x3 м						
ММ – 106 (к)	78,6	5,5	8,60	81,4	8,0	9,82
ЕМ – 26 (к)	72,9	5,3	8,36	68,1	7,3	8,36
Д 1161	68,2	7,5	9,50	68,8	7,8	9,61
Д 1904	79,3	7,8	9,61	69,1	8,3	9,93
Батуриновское	68,3	7,0	9,09	71,8	7,2	9,20
Слабожанское	82,5	6,8	9,40	81,7	8,0	10,03
Надия	92,3	7,8	10,0	94,1	8,5	10,24
НСР ₀₅	11,3	0,2	1,1	14,4	0,3	1,2

же подвоях. Наиболее рослыми являются сочетания на подвоях ММ–106, Д 1904, Слабожанское и Надия (3,5–3,7 м). Меньшая высота деревьев яблони отмечена на подвоях ЕМ–IX (к), ЕМ–26, 54–118, 27–21–71, Д 1161, К 104 (3,4 м). На подвоях КД 4, КД 5 и Самбирское высота деревьев сорта Аскольда не превышала 3,2 м, а сорта Ренет Симиренко – 3,3 м.

Средние показатели площади сечения штамбов у сочетаний яблони сорта Аскольда составили 49,7–92,3 см²; сорта Ренет Симиренко – 58,6–94,1 см² (табл.1). Наименее рослыми оказались растения на подвоях ЕМ–IX, КД 4, КД 5, Самбирское. Прирост площади сечения по этим подвоям у сорта Аскольда равен 21,3–21,8 см², у сорта Ренет Симиренко – 21,9–23,1 см². В сочетаниях Аскольда/среднерослые подвои величина прироста варьирует в пределах 24,5–32,4; по сорту Ренет Симиренко эти показатели составляют 27,0–33,7 см².

Выявлено также, что площадь сечения штамба на подвое К 104 (крымской селекции) на 11,4–12,2 см² больше чем на ЕМ – IX и на 8,7–9,7 см² меньше, чем на ММ – 106.

Площадь проекции кроны деревьев сорта Ренет Симиренко на всех изучаемых подвоях выше, чем у сорта Аскольда. В контроле эта разница составляет 1,5–2,5 м². По другим вариантам изменения от 0,2 до 2,5 м². Показатели объема кроны варьируют аналогично. Отмечена прямая зависимость параметров кроны от подвоев. Самые низкие площадь проекции (4,2–6,2 м²) и объем кроны (7,70–8,98 м³) отмечены на подвоях КД 4,

КД 5, Самбирское и ЕМ–IX (к). Эти подвои являются менее рослыми. Деревья на подвоях Самбирское, КД 4 и КД 5 занимают 52,5–58,8% отведенной им площади питания. Следовательно, насаждения на этих подвоях могут быть уплотнены до 2,0–2,5 тыс./га.

Районированный в Крыму подвой селекции НБС–ННЦ К 104 занимает по силе роста промежуточное положение между ЕМ–IX и ММ–106, но при этом имеет хорошо развитую корневую систему, увеличивающую якорность деревьев и позволяющую уйти от опоры.

Анализ полученных данных позволяет отнести изучаемые подвои ЕМ – IX (к), КД 4, КД 5, Самбирское к группе слаборослых. К наиболее рослым можно отнести сочетания обоих сортов на подвоях ММ–106, Д 1904, Слабожанское и Надия.

Средний урожай за годы изучения варьировал в зависимости от сорта, подвоя, схемы посадки и от климатических факторов. Подмерзание плодовых почек в 2015, 2016 гг. на 17–25 % привело к сильному осыпанию завязи до 51–54%. В 2017 г. повреждение генеративных образований возвратными заморозками (20.04 до минус 4 °С) было незначительным (5–7%), но выпавший в мае крупный град вызвал осыпание более 56% завязи. Наиболее уязвимым оказался сорт Аскольда. По подвоям разница несущественна. Наиболее благоприятными для формирования урожая были 2018, и 2019 гг. Указанные факторы значительно снизили ожидаемые урожаи. Однако в среднем за годы изучения по сорту Аскольда получен высокий урожай

Таблица 2. Урожайность деревьев яблони на разных подвоях. Год посадки – 2013**Table 2.** Cropping capacity of apple trees on different rootstocks. Planting year - 2013

Подвои	Аскольда		Ренет Симиренко	
	урожай, кг/дер.	урожай, т/га	урожай, кг/дер.	урожай, т/га
Схема посадки 4x2 м				
ЕМ – IX (к)	23,3	29,2	19,5	24,4
Самбирское	23,9	29,9	21,9	27,4
КД 4	23,0	28,8	20,8	26,0
КД-5	23,5	29,4	22,9	28,6
Д 1071	22,6	28,2	20,8	26,0
54-118	21,1	26,4	20,5	25,6
К 104	24,5	30,6	23,5	29,4
НСР ₀₅	0,3	0,6	0,3	0,4
Схема посадки 4x3 м				
ММ – 106 (к)	25,6	21,3	23,8	19,8
ЕМ – 26 (к)	26,7	22,5	22,0	18,3
Д 1161	20,3	16,3	19,8	16,7
Д 1904	23,3	19,5	21,3	17,7
Батуриное	21,7	18,3	20,0	16,7
Слабожанское	22,1	18,4	21,9	18,4
Надия	21,7	18,2	20,5	17,1
НСР ₀₅	0,4	0,2	0,4	0,6

на подвоях ЕМ–IX, К 104, Самбирское (табл. 2).

По урожаю можно также выделить сочетания сорта Аскольда и Ренет Симиренко с подвоем крымской (К 104) и украинской селекции (КД 5), Самбирское. В группе среднерослых сортов, по комплексу хозяйственно-биологических свойств можно выделить комбинации сортов с ММ–106, ЕМ–26, Слабожанское.

Выводы

При многолетнем изучении 14 клоновых подвоев с 2 сортами яблони выделены слаборослые формы (Самбирское, КД 4, КД 5), ускоряющие вступление в плодоношение и дающие возможность применения уплотненных схем посадки. Перспективный подвой крымской селекции К 104 включен в Реестр сортов России.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0829-2019-0033.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0829-2019-0033.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Симиренко Л.П. Помология. К.: Урожай, 1972;2:1–504.
2. Гудковский В.А., Клад А.А. Концепция развития интенсивного садоводства в современных условиях России // Садоводство и виноградарство. Москва, 2001;4:2–8.
3. Плугатарь Ю.В., Смыков А.В. Перспективы развития садоводства в Крыму // Сб. научных трудов ГНБС. Ялта, 2015;140:5–15.
4. Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В. Актуальные аспекты развития садоводства в республике Крым // Плодоводство и ягодоводство России. М., 2017;XLIX:312–315.
5. Танкевич В.В., Сотник А.И., Попов А.И., Чакалов Т.С. Питомниководству Крыма – интенсивные основы // Бюллетень ГНБС. Ялта, 2015;116:33–69.
6. Сотник А.И., Танкевич В.В., Попов А.И., Чакалов Т.С. Использование в садоводстве Крыма перспективных клоновых подвоев семечковых культур и некоторые особенности их размножения // Научно-практическое издание. Симферополь: Антикава, 2016:1–46.
7. Танкевич В.В. Влияние подвоев на рост и продуктивность яблони в Крыму // Плодоводство: научн. тр. РУП «Институт плододоводства» Беларусь: гл. редактор Самусь В.А. Самохваловичи, 2013;25:353–358.
8. Опанасенко Н.Е., Костенко И.В., Евтушенко А.П. Агроэкологические ресурсы и районирование степного и предгорного Крыма под плодовые культуры. Симферополь: Научный Мир, 2015:1–212.
9. Будаговский В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев в СССР. Научн. труды // Клоновые подвои в интенсивном садоводстве. М.: Колос, 1973:13–15.
10. Татаринев А.Н. Садоводство на клоновых подвоях. К.: Урожай, 1988:1–208.
11. Трусович Г.В. Интенсивное садоводство. М.: Россельхоз-издат, 1978:1–204.
12. Муханин И.В. Анализ сорто-подвойных комбинаций в средней зоне садоводства России на пригодность для интенсивных и суперинтенсивных садов // Научные основы эффективного садоводства: Сборник научных трудов. Мичуринск, 2006:133–140.
13. Ефимова И.Л. Плодоношение яблони на разных слаборос-

- лых подвоев в зависимости от плотности посадки // Плодоводство и ягодоводство России. М., 2017;49:121–124.
14. Танкевич В.В. Результат многолетнего изучения клоновых подвоев яблони и груши в Крыму // Сборник «Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений». Красноярск, 2018:229–232.
 15. Танкевич В.В., Попов А.И. Использование разных способов выращивания саженцев груши на айве // 36. научных праць інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. К., 2012;16:236–238.
 16. Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В. Влияние экстремальных погодных условий на зимостойкость плодовых культур в Крыму // Плодоводство: научн. тр. РУП «Институт плодоводства», гл. редактор Самусь В.А. Беларусь: Самохваловичи, 2016;28:294–300.
 17. Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В., Попов А.И. Пути становления и итоги развития питомниководства Крыма // Электронный журнал «Плодоводство и виноградарство Юга России». 2019;55(1):57–67. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-1-55-57-67
 18. Гулько И.П. Методические рекомендации по комплексному изучению клоновых подвоев яблони. К.: Аграрная наука, 1982:1–20.
 19. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск. ВНИИС садоводства, 1973:1–492.
 20. Сотник А.И., Танкевич В.В., Чакалов Т.С. Методические рекомендации по проведению исследований в питомниководстве и прогнозированию силы роста подвоев // Симферополь: Полипринт. 2019:1–47.
 21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979:1–416.
- References**
1. Simirenko L.P. Pomology. Kiev: Urozhay, 1972;21–504 (*in Russian*).
 2. Gudkovskiy V.A., Klad A.A. The concept of development of intensive gardening in modern conditions of Russia. Horticulture and Viticulture. 2001;4:2–8 (*in Russian*).
 3. Plugatar Yu.V., Smykov A.V. Prospects for the development of horticulture in Crimea. Scientific Works of the State Nikit. Botan. Gard. 2015;140:5–15 (*in Russian*).
 4. Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V. Actual aspects of the development of horticulture in the Republic of Crimea. Fruit and berry growing in Russia. 2017;XLIX:312–315 (*in Russian*).
 5. Tankevich V.V., Sotnik A.I., Popov A.I., Chakalov T.S. Intensive foundations for the Crimean nursery. Bulletin of Nikit. Botanical Garden. Yalta, 2015;116:33–69 (*in Russian*).
 6. Sotnik A.I., Tankevich V.V., Popov A.I., Chakalov T.S. Promising Clonal Rootstocks of Pome Seeds in Horticulture of the Crimea and Some Features of Their Reproduction. Scientific and practical edition. Simferopol: Antiqua, 2016:1–46 (*in Russian*).
 7. Tankevich V. V. The Effect of Rootstocks on the Growth and Productivity of Apples in the Crimea. Fruit Growing: sci. work of the Institute of Fruit Growing. Belarus: ch. editor: Samus V.A. Samokhvalovichi, 2013;25:353–358 (*in Russian*).
 8. Opanasenko N.E., Kostenko I.V., Evtushenko A.P. Agroecological Resources for Zoning of Steppe and Piedmont Crimea for Fruit-bearing Plants Growing. Simferopol: Nauchnyi Mir, 2015:1–212 (*in Russian*).
 9. Budagovskiy V.I. Culture of Low-Sized Fruit Trees in the USSR. Sci. works. Clonal Rootstocks in the Intensive Horticulture. M.: Kolos, 1973:13–15 (*in Russian*).
 10. Tatarinov A.N. Gardening on Clonal Rootstocks. K.: Urozhay, 1988:1–208 (*in Russian*).
 11. Trusevich G.V. Intensive gardening. M.: Rosselkhoz-izdat, 1978:1–204 (*in Russian*).
 12. Mukhanin I.V. Analysis of variety-rootstock combinations suitability for intensive and super intensive gardens in the middle zone of Russian horticulture. The scientific basis for effective gardening: Coll. of sci. papers. Michurinsk, 2006:133–140 (*in Russian*).
 13. Efimov I.L. Apple tree fruiting on different dwarf rootstocks depending on the planting density. Fruit and berry growing in Russia. M., 2017;49:121–124 (*in Russian*).
 14. Tankevich, V.V. The result of the long-term study of apple and pear clonal rootstocks in the Crimea. The collection: Gardening, Seed Growing, Introduction of Woody Plants. Krasnoyarsk, 2018:229–232 (*in Russian*).
 15. Tankevich V.V., Popov A.I. Use of different ways of growing pear seedlings on a quince tree. Collection of scientific works of the Institute of Bioenergetic Crops and Sugar Beet of the NAAS of Ukraine. Kyiv, 2012;16:236–238 (*in Russian*).
 16. Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V. The effect of extreme weather conditions on winter hardness of fruit crops in Crimea. Fruit Growing: sci. work of the Institute of Fruit Growing. Belarus: ch. editor: Samus V.A. Samokhvalovichi, 2016;28:294–300 (*in Russian*).
 17. Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V., Popov A.I. Ways of formation and outcomes of Crimean nursery planting development. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2019;55(1):57 – 67. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-1-55-57-67 (*in Russian*).
 18. Gulko I.P. Guidelines for complex study of clonal apple rootstocks. K.: Agrarian science, 1982:1–20 (*in Russian*).
 19. Program and Procedure of varietal study of fruit, berry and nut crops. Michurinsk. All-Russian Research Institute of Horticulture, 1973:1–492 (*in Russian*).
 20. Sotnik A.I., Tankevich V.V., Chakalov T.S. The guidelines on research in nursery management and forecasting of stock growth power. Simferopol: Polyprint. 2019:1–47 (*in Russian*).
 21. Dospikhov B.A. Methodology of the Field Experiment. M.: Kolos, 1979:1–416 (*in Russian*).

Информация об авторе

Валентина Викторовна Танкевич, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., ведущий науч. сотр.; e-mail: vvtankevich@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5816-599X>.

Information about authors

Valentina V. Tankevich, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist; e-mail: vvtankevich@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5816-599X>.

Статья поступила в редакцию 10.06.2021, одобрена после рецензии 14.09.2021, принята к публикации 19.11.2021

К исследованию комплекса микромицетов дикорастущего винограда, произрастающего в пойменном лесу Краснодарского края

Юрченко Е.Г.¹, Лукьянова А.А.², Горбунов И.В.²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Россия, 350901, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39

²Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», 353456, Россия, г. Анапа, Пионерский просп., 36.

Аннотация. Для понимания формирования закономерностей грибных сообществ и реакции ампелоценозов на усиление абиотических и антропогенных нагрузок изучение ассоциаций растений и грибов имеет важное значение. Целью исследований было установить количественный и качественный состав сообществ микромицетов, ассоциированных с однолетними побегами дикорастущих растений винограда в естественных условиях пойменных лесов Краснодарского края. В результате исследований было установлено, что на поверхности однолетних лоз численность грибных популяций достигала 837,6 КОЕ/г сухого вещества в образце, произрастающем на склоне и 1191,7 КОЕ/г сухого вещества в образце лозы произрастающей в пойме реки Псебепс. В комплексе микромицетов доля гифальных грибов составляла 93,7-95,9%, дрожжи занимали 3,7-5,9 и 0,4% - дрожжеподобные грибы. Гифальные микромицеты были представлены 7 видами и стерильной формой светлого мицелия. По частоте встречаемости первое место заняли грибы родов *Phoma*, *Botryodiplodia*, *Cladosporium*, *Alternaria* (100%), второе место – *Coryneum* (70%). Следующую группу микромицетов с частотой встречаемости 14% составили грибы из рода *Fusarium* и *Aspergillus niger* Tiegh. В качестве доминант на однолетней лозе дикорастущего винограда отмечены микромицеты родов *Phoma* (46,75%) и *Botryodiplodia* (43,15%). Доля видов рода *Cladosporium* spp. и *Coryneum* spp. в общем объеме микромицетов составляла 4,6 и 3,85 % соответственно. Различия в количестве и соотношении таксонов грибов, исследованных биообразцов связаны, вероятно, с различным режимом влажности.

Ключевые слова: виноград; дикорастущая форма; микромицеты.

Для цитирования: Юрченко Е.Г., Лукьянова А.А., Горбунов И.В. К исследованию комплекса микромицетов дикорастущего винограда, произрастающего в пойменном лесу Краснодарского края // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4):377-381. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.012

To the study of a complex of micromycetes of wild grapes growing in the floodplain forest of the Krasnodar Territory

Yurchenko E.G.¹, Lukyanova A.A.², Gorbunov I.V.²

¹Federal State Budget Scientific Institution North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40-letiya Pobedy str., 350901 Krasnodar, Krasnodar Territory, Russia

²Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking - branch of Federal State Budget Scientific Institution North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 36, Pionersky prospect, 353456 Anapa, Krasnodar Territory, Russia

Abstract. To understand the pattern formation of fungal communities and the reaction of ampelocenoses to increased abiotic and anthropogenic loads, the study of plant and fungal associations is important. The aim of the research was to establish the quantitative and qualitative composition of micromycete communities associated with annual shoots of wild-growing grape plants in natural conditions of floodplain forests of the Krasnodar Territory. As a result of the research, it was found that on the surface of annual vines, the number of fungal populations reached 837,6 CFU/g of dry matter in a sample growing on a slope and 1191,7 CFU/g of dry matter in a sample of a vine growing in the floodplain of the Psebeps River. In the micromycete complex, the proportion of hyphal fungi was 93,7%-95,9%, yeast - 3,7%-5,9% and yeast-like fungi - 0,4%. Hyphal micromycetes were represented by 7 species and a sterile form of light mycelium. According to the frequency index, the first place was taken by fungi of the genera *Phoma*, *Botryodiplodia*, *Cladosporium*, *Alternaria* (100%), the second place was taken by *Coryneum* (70%). The next group of micromycetes with a frequency index of 14% consisted of fungi from the genus *Fusarium* and *Aspergillus niger* Tiegh. Micromycetes of the genera *Phoma* (46,75%) and *Botryodiplodia* (43,15%) were registered as dominants on the annual vines of wild-growing grapes. The proportion of species of the genera *Cladosporium* spp. and *Coryneum* spp. in the total volume of micromycetes was 4,6% and 3,85%, respectively. The differences in the number and ratio of fungal taxa and the studied biological samples are probably related to the different humidity regime.

Key words: grapes; wild-growing form; micromycetes.

For citation: Yurchenko E.G., Lukyanova A.A., Gorbunov I.V. To the study of a complex of micromycetes of wild grapes growing in the floodplain forest of the Krasnodar Territory. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(4):377-381 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.012

Введение

По современным представлениям, любое растение и ассоциированную с ним микробиоту можно рассматривать как единый экологический комплекс, связанный тесными взаимодействиями. Такие ассоциации могут помочь растениям-хозяевам адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды [1]. По мнению большинства микробиологов, каждому виду или близким видам растений присущ свой специфический комплекс микроскопических грибов [2-5], которые по способности освоения разнообразных экологических ниш не имеют себе равных [6]. Одни из них являются космополитами (грибы родов *Cladosporium* Link, *Alternaria* Nees), другие эндемиками (*Blastomyces dermatitidis* Gilchrist & W.R. Stokes. – Северная Америка, *Penicillium marneffeii* Segretain, Capponi & Sureau – Юго-Восточная Азия) [7]. Многие из них являются естественными обитателями растений и входят в состав эпифитной микрофлоры.

В настоящее время проводится большое количество исследований, посвященных выявлению роли микромицетов в жизни растений, большая часть которых посвящена фитопатогенам и симбионтам, а также почвенной микробиоте. Эпифитный комплекс грибов, обитающих на поверхности здоровых растений менее изучен, так как считается, что их наличие на поверхности никак не отражается на жизнедеятельности растений. Однако исследователи Blakeman J.P., Fokkema N.J. (1982), Lindow S.E., Brandl M.T. (2003), М.С. Зеленская, М.В. Сидельникова, Е.Г. Панова и др. (2017) отмечают, что роль микромицетов надземных органов весьма существенна и они могут выполнять защитную функцию, угнетая развитие патогенных грибов, попадающих на поверхность растения, выделяя антибиотики и токсины, а также участвуют в разложении листьев после их опадения [8-10]. В работе Д.Б. Беломесяцева с соавторами (2002), подчеркивается, что взаимоотношения грибов филопланы с растением очень широки и могут быть симбиотическими, индифферентными, негативными и антагонистическими. При этом отмечается, что численность и видовой состав микрофлоры на поверхности растений зависит от экологических факторов, трофических особенностей микромицетов и их взаимодействия между собой [11]. Кроме того, опыт исследования изменения разнообразия грибных сообществ и изменчивости грибов в условиях техногенных нагрузок разного уровня и качества даёт представление о широких возможностях их использования в оценке качества природных сред [12].

В промышленных насаждениях виноград подвержен сильному внешнему воздействию. Высокие темпы абиотических изменений, участвовавшие погодные стрессы в совокупности с ростом антропогенной нагрузки на ампелоценозы ведет к усилению биологического прогресса как отдельных видов микроорганизмов, так и микробных сообществ в целом, способствуя появлению более агрессивных биотипов среди типичных фитопатогенных доминант, а также появлению новых вредоносных микопатогенов [13, 14]. Критерием формирования микоценозов является

способность микромицетов адаптироваться к средообразующим условиям растения-хозяина. В естественной среде равновесная система многолетнее растение-микробиом складывается в ходе эволюционного процесса, а устойчивость и разнообразие микробных сообществ имеют решающее значение в заражении растения патогенами [2]. Учитывая важность ассоциаций растений и грибов для биоразнообразия и функционирования экосистем, определение движущих сил этих ассоциаций может иметь важное значение для лучшего понимания не только закономерностей формирования грибных сообществ, но и потенциальной реакции ампелоценозов на усиление абиотических и антропогенных нагрузок. На фоне сохраняющейся проблемы снижения фитосанитарной устойчивости виноградников, несмотря на применяемый комплекс мер по совершенствованию систем защиты от вредных организмов, в качестве отправной точки исследований интересно было бы выявить видовую структуру и закономерности формирования комплекса микромицетов обитающем на дикорастущим винограде в естественных условиях.

Целью исследований было установить количественный и качественный состав сообществ микромицетов, ассоциированных с однолетними побегами дикорастущих растений винограда в естественных условиях пойменных лесов Краснодарского края.

Методы исследований

Исследования проводили в 2020 году. Объектами исследования являлись дикорастущие виноградные растения из лесных экотопов Крымского района Краснодарского края (Западное Предкавказье). Исследовано 2 популяции. Образцы виноградной лозы отбирались в октябре-ноябре и представляли собой однолетние одревесневшие побеги без видимых повреждений/поражений, размером 20-25 см (2-3 глазка от основания побега). Отборы биообразцов дикорастущей лозы производили маршрутно-рекогносцировочным методом.

Численность и структуру комплексов микромицетов, ассоциированных с однолетней виноградной лозой, определяли методом посева разведенной суспензии на плотную питательную среду, по стандартным методикам [15, 16]. Расчет количественного содержания пропагул вели по формуле (1):

$$K = (60 \cdot n) / a \cdot b \cdot c, \quad (1)$$

где K - КОЕ в 1 г сухого вещества;

60 - объем суспензии, мл;

n - количество колоний, шт.;

a - количество засеянных чашек Петри в одном варианте, шт. (a=3);

b - объем суспензии, засеянной в одну чашку, мл (b=0,3);

c - вес абсолютно сухой растительной массы, г.

Видовую принадлежность грибов определяли по отечественным и зарубежным определителям [7, 17-20] с использованием микроскопа Micros MC 20.

Результаты работы и их обсуждение

В результате проведенных исследований в 2020 году было установлено, что на поверхности однолетних лоз винограда, произрастающих в лесном массиве

Крымского района Краснодарского края, численность микромицетов может достигать 837,6 и 1191,7 КОЕ/г сухого вещества. Наиболее высокие показатели плотности грибных популяций – 1119,7 КОЕ/г сухого вещества – были зафиксированы в образце лозы, произрастающей в пойме реки Псебепс. В образце, произрастающем на склоне, показатель был ниже и составил 837,69 КОЕ/г сухого вещества. Определяющим фактором, по нашему мнению, здесь явилась влажность образцов.

Основную долю в изучаемых грибных сообществах занимали гифальные грибы, их доля составляла 93,7 - 95,9 %, при этом дрожжи занимали 3,7-5,9 %, а дрожжеподобные грибы – 0,4 % комплекса (рис.).

Комплекс гифальных микромицетов был представлен 7 видами и стерильной формой светлого мицелия. Изолированные микромицеты распределились по двум таксономическим классам: *Hyphomycetes* (Гифомицеты) – *Coryneum* spp., *Cladosporium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. и *Coelomycetes* (Целомицеты) – *Phoma* spp., *Botryodiplodia* spp. Соотношение таксонов микромицетов, изолированных на однолетней лозе винограда, представлено в таблице.

Анализ перечня всех таксонов гифальных грибов, которые были обнаружены при изучении таксономического состава эпифитных микокомплексов виноградной лозы из различных лесных экотопов позволил определить частоту встречаемости и доминирования разных родов микромицетов в изученной эконише – на однолетней лозе. Из 7 выявленных таксонов грибов первое место по частоте встречаемости на дикорастущем винограде в лесном массиве Крымского района Краснодарского края, заняли грибы родов *Phoma*, *Botryodiplodia*, *Cladosporium*, *Alternaria* (100 %), второе место – *Coryneum* (70 %). Следующую группу микромицетов с частотой встречаемости 14 % составили грибы из рода *Fusarium* и *Aspergillus niger* Tiegh. Доминирование видов определяли по количественной доле в процентах от общего объема выделенных грибов. Показатель доминирования микромицетов отражает значение каждого вида для сообщества в целом. В целом, доминанты – это те виды, которые на своем трофическом уровне обладают наибольшей продуктивностью. В качестве доминант на однолетней лозе дикорастущего винограда отмечены микромицеты родов *Phoma* и *Botryodiplodia*. Доля видов рода *Phoma* составляла 59,4 % у образца, произрастающего на склоне и 34,1 % у образца – в пойме реки. Виды

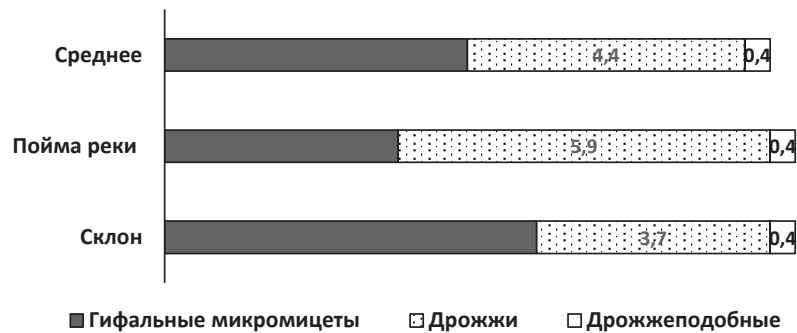


Рис. Структура комплекса сапротрофных микромицетов, ассоциированных с однолетней виноградной лозой, в % от общей численности микромицетов, лесные экосистемы Крымский район, октябрь-ноябрь 2020 г.

Fig. Structure of the complex of saprotrophic micromycetes associated with an annual vine, in % of the total number of micromycetes, Krymsk region forest ecosystems, October-November 2020

Таблица. Таксономическая структура гифальных грибов, ассоциированных с однолетней лозой дикого винограда, в % от их численности, 2020 г.

Table. Taxonomic structure of hyphal fungi associated with the annual vine of wild grapes, in % of their number, 2020

Микромицеты	Склон	Пойма реки	Среднее
<i>Phoma</i> spp.	59,4	34,1	46,75
<i>Botryodiplodia</i> spp.	33,7	52,6	43,15
<i>Alternaria</i> spp.	1,0	0,3	0,65
<i>Cladosporium</i> spp.	1,3	7,9	4,60
<i>Fusarium</i> spp.	0,0	0,2	0,10
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	0,0	0,3	0,15
<i>Coryneum</i> spp.	4,0	3,7	3,85
<i>Sterile mycelium</i>	0,0	0,1	0,05

рода *Botryodiplodia* доминировали в образце, отобранном в пойме реки (52,6 %) и несколько в меньшей степени изолировались из образца со склона – 33,7%. Следует также отметить виды рода *Cladosporium* spp. и *Coryneum* spp. Их доля в общем объеме микромицетов в среднем составила 4,6 % и 3,85 % соответственно. В качестве минорных компонентов были выделены грибы из родов *Alternaria*, *Fusarium* и вид *A. niger*. Виды рода *Fusarium*, *A. niger* и стерильная форма светлого мицелия были изолированы только в образце, произрастающем в пойме реки.

Вывод

Таким образом, анализ таксономической структуры грибных сообществ в различных экотопах лесной экосистемы Крымского района Краснодарского края позволил выявить как общие закономерности, так и некоторые различия. Для обоих экотопов (склон и пойма реки) в исследованных биообразцах однолетней лозы дикорастущего винограда выявлена монодоминантная структура комплексов микромицетов. Общая численность микромицетов эпифитных грибных сообществ составила 837,6 и 1191,7 КОЕ/г сухого вещества, на склоне и в пойме реки, соответственно. Наиболее высокие показатели плотности грибных популяций были зафиксированы в образце лозы произрастающей в пойме реки Псебепс. Следует отметить, что различия в количестве и соотношении таксонов

грибов, исследованных биообразцов связаны, вероятно, с различным режимом влажности.

Источник финансирования

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научно-го проекта № МФИ-20.1/25.

Financing source

The research was carried out with the financial support of the Kuban Science Foundation in the framework of the scientific project No. MFI-20.1/25.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Redman R.S., Kim Y.O., Woodward C.J.D.A., Greer C., Espino L., Doty S.L., Rodriguez R.J. Increased fitness of rice plants to abiotic stress via habitat adapted symbiosis: a strategy for mitigating impacts of climate change. PLoS ONE. 2011;6; doi.org/10.1371/journal.pone.0014823.
2. Kembel S.W., Mueller R.C. Plant traits and taxonomy drive host associations in tropical phyllosphere fungal communities. Botany. 2014;92(4):303-311. doi.org/10.1139/cjb-2013-0194.
3. Делова Г.В., Кузнецова Т.Т. Микробные ценозы на листьях растений // Микрофлора растений и почв. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние. 1973:32-45.
4. Райс Э. Аллелопатия, пер. с англ. под ред. Гродзинского А.М. М.: Мир. 1978:383 с.
5. Широков О.Г. Взаимоотношения между микроорганизмами как фактор формирования эпифитной микрофлоры // Микроорганизмы в сельском хозяйстве. М.: Изд-во МГУ. 1963:73-77.
6. Бондарцева М.А. Эколого-биологические закономерности функционирования ксилотрофных базидиомицетов в лесных экосистемах // Грибные сообщества лесных экосистем. М.- Петрозаводск: Карел. науч. центр. РАН. 2000:9-25.
7. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир. 2001:486 с.
8. Blakeman J.P., Fokkema N.J. Potential for biological control of plant diseases on the phylloplane. Ann. Rev. Phytopathol. 1982;20:167-192.
9. Lindow S.E., Brandl M.T. Microbiology of the phyllosphere. Appl. Environ. Microbiol. 2003;69:1875-1883.
10. Зеленская М.С., Сидельникова М.В., Панова Е.Г. и др. Грибы филопланы в городской среде // Биосфера 2017;9(2):136-151; doi: 10.24855/BIOSFERA.V9I2.353.
11. Беломесяцева Д.Б., Шабашова Т.Г., Гапиенко О.С. Микромицеты в составе микобиоты широколиственных лесов // Труды БГТУ. 2016;1(183):162-166.
12. Terekhova V.A. Micromycetes in ecological evaluation of aquatic and terrestrial ecosystems. M.: Nauka. 2007:215 p. ISBN 5-02-034200-9.
13. Yurchenko E.G., Savchuk N.V., Porotikova E.V., Vinogradova S.V. First Report of Grapevine (*Vitis* sp.) Cluster Blight Caused by *Fusarium proliferatum* in Russia. Plant Disease. 2019;104(3):991. doi.org/10.1094/PDIS-05-19-0938-PDN.
14. Юрченко Е.Г., Буровинская М.В. Полевая устойчивость сортов винограда к альтернариозу // Плодо-

водство и ягодоводство России. 2019;58:194-200. doi.org/10.31676/2073-4948-2019-58-194-200.

15. Благовещенская Е.Ю. Микологические исследования: основы лабораторной техники. Учебное пособие. М.: ЛЕ-НАНД. 2017:96 с.
16. Хохрякова М.К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов. Л.: ВИЗР. 1969: 68 с.
17. Simmons E.G. Alternaria. An identification manual, CBS Biodiversity series. 2007:775.
18. Nelson P.E., Toussoun T.A. et al. Fusarium Species: An Illustrated Manual for Identification. University Park and London: Pennsylvania State University Press. 1983:193 p.
19. Species Fungorum Data Base. - URL: http://www.speciesfungorum.org/Names/NamesRecord.asp?RecordID=270431 (дата обращения 03.05.2021).
20. Leslie J.F., Summerell B.A. The Fusarium Laboratory Manual. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.. 2006:388 p.

References

1. Redman R.S., Kim Y.O., Woodward C.J.D.A., Greer C., Espino L., Doty S.L., Rodriguez R.J. Increased fitness of rice plants to abiotic stress via habitat adapted symbiosis: a strategy for mitigating impacts of climate change. PLoS ONE. 2011;6; doi.org/10.1371/journal.pone.0014823.
2. Kembel S.W., Mueller R.C. Plant traits and taxonomy drive host associations in tropical phyllosphere fungal communities. Botany. 2014;92(4):303-311. doi.org/10.1139/cjb-2013-0194.
3. Delova G.V., Kuznetsova T.T. Microbial cenoses on plant leaves. Microflora of plants and soils. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch. 1973:32-45 (*in Russian*).
4. Rice E. Allelopathy. Trans. from English and edited by Grodzinsky A.M. M.: Mir. 1978:383 p. (*in Russian*).
5. Shirokov O.G. Relationships between microorganisms as a factor in the formation of epiphytic microflora. Microorganisms in Agriculture. M.: Publishing House of Moscow State University. 1963:73-77 (*in Russian*).
6. Bondartseva M.A. Ecological and biological patterns of functioning of xylotrophic basidiomycetes in forest ecosystems. Fungal communities of forest ecosystems. M.-Petrozavodsk: Karelian. Scientific Center. RAS. 2000: 9-25 (*in Russian*).
7. Sutton D., Fothergill A., Rinaldi M. Determinant of pathogenic and conditionally pathogenic fungi. M.: Mir. 2001:486 p. (*in Russian*).
8. Blakeman J.P., Fokkema N.J. Potential for biological control of plant diseases on the phylloplane. Ann. Rev. Phytopathol. 1982;20:167-192.
9. Lindow S.E., Brandl M.T. Microbiology of the phyllosphere. Appl. Environ. Microbiol. 2003;69:1875-1883.
10. Zelenskaya M.S., Sidelnikova M.V., Panova E.G. et al. Phylloplan fungi in the urban environment. Biosphere 2017;9(2):136-151. doi: 10.24855/BIOSFERA.V9I2.353 (*in Russian*).
11. Belomesitseva D.B., Shabashova T.G., Gapienko O.S. Micromycetes in the microbiota of broad-leaved forests. Proceedings of BSTU. 2016;1(183):162-166 (*in Russian*).
12. Terekhova V.A. Micromycetes in ecological evaluation of aquatic and terrestrial ecosystems. M.: Nauka. 2007:215 p. ISBN 5-02-034200-9.
13. Yurchenko E.G., Savchuk N.V., Porotikova E.V., Vinogradova S.V. First Report of Grapevine (*Vitis* sp.) Cluster Blight

- Caused by *Fusarium proliferatum* in Russia. *Plant Disease*. 2019;104(3):991. doi.org/10.1094/PDIS-05-19-0938-PDN.
14. Yurchenko E.G., Borovinskaya M.V. Field resistance of grape varieties to alternariosis. Fruit and berry growing in Russia. 2019;58:194-200. doi.org/10.31676/2073-4948-2019-58-194-200 (*in Russian*).
 15. Blagoveshchenskaya E.Y. Mycological research: fundamentals of laboratory technology. Textbook. M.: LENAND. 2017: 96 p. (*in Russian*).
 16. Khokhryakova M.K. Methodological guidelines for the experimental study of phytopathogenic fungi. L.: VISR. 1969: 68 p. (*in Russian*).
 17. Simmons E.G. *Alternaria*. An identification manual, CBS Biodiversity series. 2007:775.
 18. Nelson P.E., Toussoun T.A. et al. *Fusarium Species: An Illustrated Manual for Identification*. University Park and London: Pennsylvania State University Press. 1983:193 p.
 19. Species Fungorum Data Base. – URL: <http://www.speciesfungorum.org/Names/NamesRecord.asp?RecordID=270431> (дата обращения 03.05.2021).
 20. Leslie J.F., Summerell B.A. *The Fusarium Laboratory Manual*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.. 2006:388 p.

Информация об авторах

Евгения Георгиевна Юрченко, канд. с.-х. наук, зав. научным центром защиты и биотехнологии растений; e-мейл: yug.agroekos@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4788-3889>;

Анна Александровна Лукьянова, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории виноградарства и виноделия; e-мейл: lykanna@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3497-8264>;

Иван Викторович Горбунов, канд. биол. наук, науч. сотр., зав. лабораторией виноградарства и виноделия; e-мейл: wunsch27@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4702-9148>.

Information about authors

Evgeniya G. Yurchenko, Cand. Agric. Sci., Head of the Scientific Center for Plant Protection and Biotechnology; e-mail: yug.agroekos@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4788-3889>;

Anna A. Lukyanova, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist of the Laboratories of Viticulture and Winemaking; e-mail: lykanna@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3497-8264>;

Ivan V. Gorbunov, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist., Head of the Laboratory of Viticulture and Winemaking; e-mail: wunsch27@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4702-9148>.

Статья поступила в редакцию 10.06.2021, одобрена после рецензии 14.09.2021, принята к публикации 19.11.2021

Разработка технологии производства напитков функционального назначения с улучшенными потребительскими свойствами

Миронова Е.А.[✉], Романенко Е.С., Есаулко Н.А., Селиванова М.В., Айсанов Т.С., Герман М.С.

Ставропольский государственный аграрный университет
[✉] elena_st_86@mail.ru

Аннотация. Производство напитков функционального назначения в настоящее время имеет актуальное значение, при этом наиболее перспективными являются напитки, приготовленные на основе натуральных соков с добавлением ингредиентов, выделенных из растительного сырья, в том числе из плодово-ягодного. Помимо органических кислот, аминокислот, витаминов, пектиновых веществ, полифенолов и природных углеводов, эти напитки насыщены также дефицитными микронутриентами, оказывающими позитивное действие на состояние человеческого организма. В статье представлены результаты исследований по разработке рецептур и технологии производства высококачественных функциональных напитков на основе виноградного сока прямого отжима, обладающих улучшенными потребительскими свойствами за счет включения в их состав экстрактов плодово-ягодного сырья – фейхоа, ежевики и черной смородины. Приведена оценка показателей качества и безопасности разработанных напитков и процессуально-технологическая схема их производства. Работа выполнена на базе учебно-научной лаборатории технологии виноделия и продуктов питания из растительного сырья Ставропольского ГАУ. Для определения физико-химических показателей и пищевой ценности сырья, полупродуктов и приготовленных функциональных напитков применяли современные общепринятые методы исследований со гласно действующих ГОСТ. Разработка технологии производства напитков на основе виноградного сока с применением плодово-ягодных экстрактов является особенно важной и актуальной задачей в связи с наличием разнообразной и доступной сырьевой базы на Юге России, а также высокой концентрацией в данном регионе плодopеpабатывающих производств, оснащенных современным высокопроизводительным оборудованием. Полученные нами результаты могут способствовать целенаправленному применению разработанных напитков в санаторно-курортном лечении населения для решения проблемы оптимизации питания и повышения пищевого статуса населения России.

Ключевые слова: напиток; виноградный сок; экстракт; рецептура; технология; качество.

Для цитирования: Миронова Е.А., Романенко Е.С., Есаулко Н.А., Селиванова М.В., Айсанов Т.С., Герман М.С. Разработка технологии производства напитков функционального назначения с улучшенными потребительскими свойствами // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4):382-387. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.013

Development of technology for the production of functional beverages with improved consumer properties

Mironova E.A.[✉], Romanenko E.S., Esaulko N.A., Selivanova M.V., Aysanov T.S., German M.S.

Stavropol State Agrarian University
[✉] elena_st_86@mail.ru

Abstract. The production of functional beverages is currently of urgent importance, while the most promising are drinks prepared on the basis of natural juices with the addition of ingredients extracted from vegetable raw materials, including fruit and berry. In addition to organic acids, amino acids, vitamins, pectin substances, polyphenols and natural carbohydrates, these drinks are also saturated with scarce micronutrients that have a positive effect on the state of the human body. The article presents the results of research on the development of recipes and technology for the production of high-quality functional beverages based on direct-pressed grape juice, which have improved consumer properties due to the inclusion of extracts of fruit and berry raw materials - feijoa, blackberry and black currant in their composition. The evaluation of quality and safety indicators of the developed beverages and procedural and technological scheme of their production is given. The work was carried out on the basis of the educational and scientific laboratory of winemaking technology and food products from vegetable raw materials of the Stavropol State Agrarian University. To determine physicochemical parameters and nutritional value of raw materials, intermediates and prepared functional beverages, modern generally accepted research methods were used in accordance with the current GOST. The development of technology for the production of beverages based on grape juice using fruit and berry extracts is a particularly important and urgent task due to the presence of a diverse and affordable raw material base in the South of Russia, as well as a high concentration of fruit processing plants accomplished by modern high-performance equipment in this region. The results obtained by us can contribute to the purposeful use of the developed beverages in sanatorium treatment of the population to solve the problem of optimizing the nutrition and improving the nutritional status of the population of Russia.

Key words: beverage; grape juice; extract; formulation; technology; quality.

For citation: Mironova E.A., Romanenko E.S., Esaulko N.A., Selivanova M.V., Aysanov T.S., German M.S. Development of technology for the production of functional beverages with improved consumer properties. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2021; 23(4):382-387 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.013

Введение

В настоящее время приоритетным направлением развития пищевой промышленности является производство продуктов питания функционального назначения [1]. Это специальные пищевые продукты, предназначенные для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающие научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющие и улучшающие здоровье за счет наличия в их составе функциональных пищевых ингредиентов.

Напитки являются самыми технологичными продуктами при создании новых видов функционального питания [2], при этом наиболее перспективными функциональными продуктами являются напитки на основе натуральных соков, обогащенные биологически активными веществами растительного происхождения [3].

Безалкогольные функциональные напитки способны оказывать оздоровительный эффект или профилактическое действие на организм человека, вызывать положительные эмоции при восприятии вкуса и аромата. Технологии их производства посвящены научные исследования и разработки таких ученых, как Г. М. Зайко, Л. В. Донченко, Л. Я. Родионова, Т. Г. Причко, И. А. Ильина, Г. А. Гореликова, Л. А. Мажурникова, Е. А. Казакова, М. В. Палагина и др. [4, 9]. Таким образом, тема исследований, посвященная разработке технологии производства напитков функционального назначения с улучшенными потребительскими свойствами, является актуальной.

Цель работы – разработка рецептур и технологии производства высококачественных напитков функционального назначения, приготовленных на основе натурального виноградного сока с добавлением экстрактов плодово-ягодного сырья – фейхоа, ежевики и черной смородины.

Объекты и методы исследования

Для приготовления основы напитков использовали виноградный сок из сорта Левокумский, насаждения которого занимают значительные площади на юге России [10].

Сок готовили методом прямого отжима по классической технологии с применением кратковременного настаивания сусла на мезге. Стабилизацию проводили методом пастеризации. Полученный сок отличался высокой сахаристостью, умеренной кислотностью, а также слабой окраской, которые можно скорректировать путем купажирования с экстрактами плодово-ягодного сырья.

Для обогащения напитков функциональными ингре-

диентами в исследованиях использовали фейхоа, ежевику и черную смородину.

Плоды и ягоды применялись в виде водных экстрактов. Они характеризовались высоким содержанием биологически активных соединений, имели оригинальные вкусовые качества, нарядную, яркую окраску [10].

Физико-химические показатели и пищевую ценность сырья, полупродуктов и готовых напитков определяли с помощью современных общепринятых методов исследований согласно действующих ГОСТ.

Содержание катионов металлов, витаминов и фенолкарбоновых кислот – методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105М».

При оценке органолептических показателей готовой продукции применяли 25-балльную систему.

Результаты и их обсуждение

При разработке рецептур при определении оптимального соотношения виноградного сока и экстрактов плодово-ягодного сырья в качестве основного критерия были выбраны органолептические показатели готовой продукции. Это важнейший показатель качества, который определяет потребительский спрос на напитки, способствует продвижению их на рынке.

При проведении исследований готовили по три варианта напитков каждого вида, в состав которых входил виноградный сок и экстракты в следующих соотношениях соответственно: 90:10 (вариант 1), 80:20 (вариант 2), 70:30 (вариант 3). В качестве контроля использовали образец виноградного сока прямого отжима из сорта Левокумский.

По результатам дегустации все образцы напитков получили высокие дегустационные баллы. Наибольшую дегустационную оценку (22,5 балла) среди напитков, в состав которых входил виноградный сок и экстракт фейхоа, получил образец, состоящий на 80% из сока и на 20% из экстракта (рис. 1). Он характеризовался розовой окраской, имел сложный аромат с можжевеловыми, смолистыми тонами, и отличался полным, мягким, гармоничным вкусом с приятным послевкусием.

При оценке напитков, в состав которых входил экстракт ежевики наибольший дегустационный балл

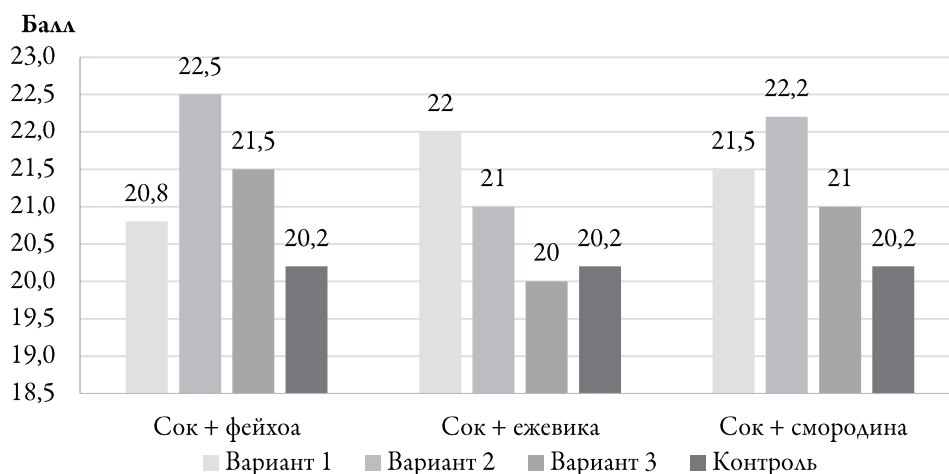


Рис. 1. Дегустационная оценка напитков функционального назначения, балл
Fig. 1. Tasting evaluation of functional drinks, score

– 22 – получил образец, приготовленный из 90% сока и 10% экстракта. Напиток имел розовую окраску с красноватым оттенком и отличался сложным ароматом с оттенками алычи, сливы, яблок и меда. Вкус характеризовался как сложный, полный, гармоничный, чистый с длительным послевкусием.

Необходимо отметить, что при увеличении количества вносимого экстракта ежевики напитки имели киселеобразную, густую консистенцию и характеризовались высокой мутностью. Во вкусе присутствовали тона, не свойственные продуктам переработки винограда – алычовые и сливовые. Вариант напитка, приготовленный с добавлением 30% экстракта отличался меньшим дегустационным баллом, чем контрольный образец – 20 баллов и 20,2 балла соответственно.

По результатам дегустационной оценки напитков, приготовленных с добавлением экстракта черной смородины, наибольший балл получил образец, приготовленный на 80% из сока винограда с добавлением 20% экстракта. Напиток отличался полным, мягким вкусом с пикантной кислинкой и ягодным ароматом. Экстракт ягод черной смородины придавал цвету напитка малиновые оттенки.

При изучении физико-химического состава разработанных напитков было установлено, что во всех исследуемых образцах уменьшилось содержание сахаров, увеличилась концентрация титруемых кислот, а также общее содержание фенольных веществ по сравнению с контролем.

Значение ацидометрического показателя во всех исследуемых опытных образцах напитков находилось на оптимальном уровне 32,7-45,6, что обеспечивало гармоничное соотношение сахаров и кислот во вкусе готовой продукции и подтверждалось результатами дегустации.

В напитке, приготовленном с добавлением экстракта ягод ежевики, до 66,6 мг/дм³ увеличилась массовая концентрация антоцианов, что обеспечило готовой продукции яркую, насыщенную окраску (табл. 1).

При добавлении в соковую основу экстрактов фейхоа, ежевики и черной смородины способствовало увеличению в готовых напитках в 1,5-2 раза массовой концентрации витаминов и фенолкарбоновых кислот, в том числе галловой, кофейной и оротовой кислот, обладающих Р-витаминной активностью, которая, в свою очередь, регулирует процесс образования коллагена – элемента, способствующего улучшению и укреплению сосудов и кожных покровов.

Наибольшей концентрацией витаминов и фенолкарбоновых кислот отличался напиток, приготовленный с добавлением экстракта фейхоа – 195,44 мг/дм³. В напитках, приготовленных с добавлением экстракта ежевики и черной смородины, этот показатель составил соответственно 60,57 и 73,24 мг/дм³.

Содержание в разработанных напитках макроэлементов обеспечивает их минеральную ценность и представлено в таблице 2.

Наибольшая концентрация катионов металлов была отмечена в напитке, приготовленном с добавлением экстракта фейхоа – 1923,0 мг/дм³. В напитке с добавлением экстракта ежевики и напитке с черной смородиной установлено оптимальное для усвоения кальция соотношение его с магнием – 1:0,7.

Таким образом, разработанные напитки функционального назначения за счет введения в состав их рецептур водных экстрактов фейхоа, ежевики и черной смородины отличались высоким содержанием биологически активных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма человека.

В рамках работы проведена оценка функциональных свойств исследуемых напитков. Было установлено, что по сравнению с виноградным соком прямого отжима в составе напитков увеличивалась массовая концентрация витаминов и фенолкарбоновых кислот. Удовлетворение суточной потребности в витаминах при употреблении порционного объема для напитка с фейхоа составило от 15 до 43,5%, в макро- и микроэлементах – до 63,3% от нормы. Для напитка с ежевикой этот показатель варьировал от 5,5 до 16%, а для напитка

Таблица 1. Показатели физико-химического состава виноградного сока и напитков функционального назначения на его основе

Table 1. Indicators of physicochemical composition of grape juice and functional beverages based on it

Наименование показателя	Виноградный сок	Напиток с фейхоа	Напиток с ежевикой	Напиток с черной смородиной
Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	24,4	20,0	19,6	20,5
Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на винную, г/дм ³	3,7	4,5	6,0	4,5
pH	3,7	3,4	3,4	3,3
Общая сумма фенольных веществ, мг/дм ³	571,4	1285,7	549,3	654,5
Антоцианы, мг/дм ³	44,4	22,2	66,6	52,5
Ацидометрический показатель i	66	44,1	32,7	45,6

Таблица 2. Содержание макроэлементов в напитках функционального назначения на основе виноградного сока, мг/дм³

Table 2. Macronutrient content in functional beverages based on grape juice, mg/dm³

Катион, мг/дм ³	Напиток с фейхоа	Напиток с ежевикой	Напиток с черной смородиной
Калий	1618,0	1325,0	1236,2
Натрий	45,0	30,6	25,4
Магний	123,0	92,6	90,5
Кальций	137,0	131,3	130,0
Сумма	1923,0	1579,5	1482,1

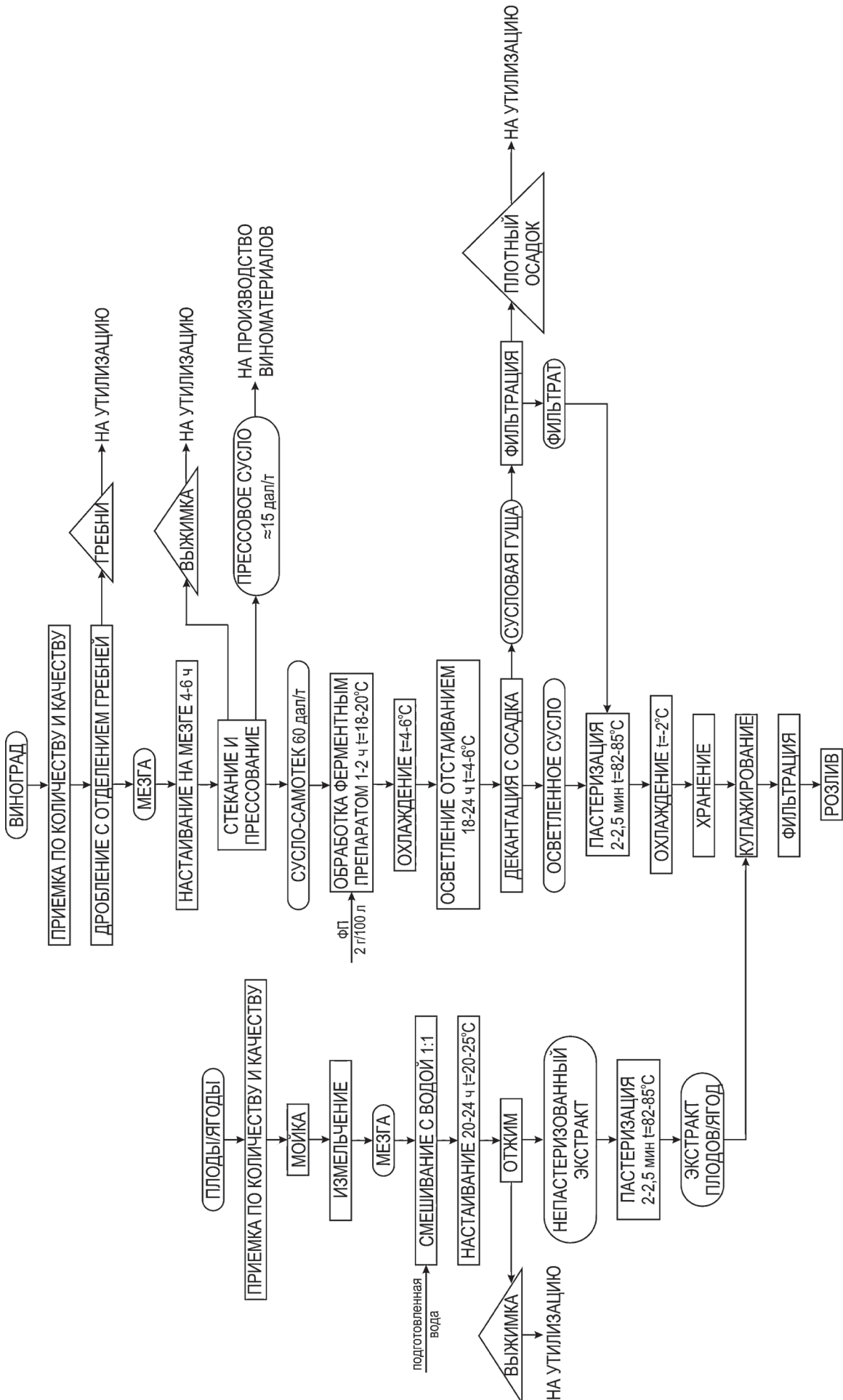


Рис. 2. Процессуально-технологическая схема производства напитков функционального назначения
 Fig. 2. Procedural and technological scheme for the production of functional beverages

Таблица 3. Сравнительная оценка функциональных свойств разработанных напитков

Table 3. Comparative evaluation of functional properties of the developed beverages

Наименование функционального ингредиента	Суточная потребность, мг	Обеспечение суточной потребности, % от нормы			
		виноградный сок (контроль)	напиток с фейхоа	напиток с ежевикой	напиток с черной смородиной
Витамин С	70	2	15	7	24,3
Витамин РР	20	0,3	43,5	5,5	4,2
Калий	2500	20	19,5	16	5,4
Магний	400	10,5	18,5	15	13
Йод	0,15	-	22	-	-
Кремний	5	-	63,3	-	-

ка с черной смородиной – от 4,2 до 24,3% (табл. 3).

Показатели безопасности разработанных напитков функционального назначения на основе виноградного сока и экстрактов плодово-ягодного сырья находились в норме и соответствовали требованиям ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей» (табл. 4).

Также были проведены микробиологические исследования разработанной продукции. В напитках определяли три показателя: бактерии группы кишечная палочка в 1 дм³ (коли-индекс); патогенные микробы, в том числе сальмонеллы в 1 дм³; дрожжи и плесени, молочнокислые бактерии в 1 см³. Нами получены удовлетворительные результаты, показывающие, что напитки отвечали требованиям микробиологической чистоты, которые предъявляются к подобным напиткам.

В результате проведенных исследований была разработана процессуально-технологическая схема производства напитков функционального назначения на основе виноградного сока (рис. 2).

Разработанная технология апробирована на заводе ООО ЛВЗ «Стрижамент» в г. Ставрополь с экономическим эффектом 9,9 тыс. руб. в расчете на 1000 кг перерабатываемого винограда. На производство новых марок функциональных напитков «Энергия. Фейхоа», «Энергия. Ежевика» и «Энергия. Смородина» разработана и утверждена технологическая документация (технологическая инструкция по производству напитка функционального сокодержавшего виноградного осветленного «Энергия» ТИ

Таблица 4. Токсикологические показатели напитков функционального назначения

Table 4. Toxicological indicators of functional beverages

Наименование показателя	ПДК, мг/дм ³	Напиток с фейхоа	Напиток с ежевикой	Напиток с черной смородиной
Pb	0,4	0,019	0,012	0,012
Cd	0,03	0,0025	0,0030	0,0028
As	0,2	0,012	0,014	0,014
Hg	0,02	0,0024	0,0026	0,0024

9163-001-43198886-2021 и рецептуры на конкретные наименования РЦ 9163-001-43198886-2021, РЦ 9163-002-43198886-2021 и РЦ 9163-003-43198886-2021). Результаты научно-исследовательской работы внедрены в учебный процесс кафедры производства и переработки продуктов питания из растительного сырья ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» в г. Ставрополь.

Выводы

Таким образом, нами получены высококачественные сбалансированные напитки функционального назначения с улучшенными потребительскими свойствами, которые благодаря своей

пищевой ценности способны положительно влиять на физическое и психоэмоциональное состояние организма потребителя. В дальнейшем мы планируем провести научные исследования по подтверждению функциональных свойств разработанной продукции с целью применения напитков в санаторно-курортном лечении населения для решения проблемы оптимизации питания и повышения пищевого статуса населения России.

Источник финансирования

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (Конкурс – МК-2020).

Financing source

The work was supported by a grant from the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists – candidates of sciences (Competition – MC-2020).

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

- Atanasova V. K., Gatseva P. D. Natural Beverages and Their Role as Functional Foods. *Natural Beverages*. 2019;13:37-71. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816689-5.00002-X>.
- Serafini M., Stanzione A. & Foddai S. Functional foods: traditional use and European legislation. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2012;63(sup1):7-9. <https://doi.org/10.3109/09637486.2011.637488>.
- Rodino S., Butu M. Herbal Extracts – New Trends in Functional and Medicinal Beverages. *Functional and Medicinal Beverages*. 2019;11:73-108. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816397-9.00003-0>.
- Тихомирова Н.А., Зайко Г.М., Корнева О.А., Российская Р.А., Ныркова Е.С. Напитки функционального назначения на основе соевого молока и пектинсодержащего дикорастущего сырья. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2012; 2-3(326-327):95-96.
- Donchenko L.V., Belousova A.I., Koss A.N., Limareva N.S. Pectin-containing antioxidant drink based on extracts of grape pomace and chamemion, IOP Conf.

- Series: Earth and Environmental Science (2021). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012122>.
- Donchenko L.V., Glubokovskih Yu.R., Koss A.A., Limareva N.S., Sokol N.V. Pectin-containing drinks with antioxidant action, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering (2021) <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012047>.
 - Приступко О.В., Родионова Л.Я. Обогащение функциональных напитков из овощного сырья белками зерновых культур. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2020;1(373):56–59. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.1.15>.
 - Горбунчикова М.С., Гореликова Г.А. Формирование и оценка качества функционального напитка на плодово-ягодной основе. Товаровед продовольственных товаров. 2012;7:35–40.
 - Черевач Е.И., Вдовченко М.Е., Палагина М.В., Фищенко Е.С. Технология и товароведная оценка безалкогольных ароматизированных напитков с растительными экстрактами. Пищевая промышленность. 2016;11:26–29.
 - Sosyura E. A., Romanenko E. S., Selivanova M. V., Aysanov T. S., Esaulko N. A. and German M. S. Functional drinks based on grape juice and fruit and berry raw materials. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019:315. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/2/022048>.
- References**
- Atanasova V. K., Gatseva P. D. Natural Beverages and Their Role as Functional Foods. *Natural Beverages*. 2019;13:37–71. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816689-5.00002-X>.
 - Serafini M., Stanzione A. & Foddai S. Functional foods: traditional use and European legislation. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2012;63(sup1):7–9. <https://doi.org/10.3109/09637486.2011.637488>.
 - Rodino S., Butu M. Herbal Extracts – New Trends in Functional and Medicinal Beverages. *Functional and Medicinal Beverages*. 2019;11:73–108. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816397-9.00003-0>.
 - Tikhomirova N.A., Zaiko G.M., Korneva O.A., Rossiyskaya R.A., Nyrkova E.S. Functional drinks based on soy milk and pectin-containing wild raw materials. *News of higher educational institutions. Food technology*. 2012; 2–3(326–327):95–96 (*in Russian*).
 - Donchenko L.V., Belousova A.I., Koss A.N., Limareva N.S. Pectin-containing antioxidant drink based on extracts of grape pomace and chamemion, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science (2021). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012122>.
 - Donchenko L.V., Glubokovskih Yu.R., Koss A.A., Limareva N.S., Sokol N.V. Pectin-containing drinks with antioxidant action, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering (2021) <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012047>.
 - Pristupko O.V., Rodionova L.Ya. Enrichment of functional beverages from vegetable raw materials with proteins of grain crops. *News of higher educational institutions. Food technology*. 2020;1(373):56–59. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.1.15> (*in Russian*).
 - Gorbunkova M. S., Gorelikova, G.A. Formation and evaluation of the quality of the functional fruit-based beverage. *Food commodity specialist*. 2012;7:35–40 (*in Russian*).
 - Cherevach E.I., Vdovchenko M.E., Palagina M.V., Fischenko E.S. Technology and evaluation of non-alcoholic flavored beverages with herbal extracts. *Food industry*. 2016;11:26–29 (*in Russian*).
 - Sosyura E. A., Romanenko E. S., Selivanova M. V., Aysanov T. S., Esaulko N. A. and German M. S. Functional drinks based on grape juice and fruit and berry raw materials. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019:315. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/2/022048>.

Информация об авторах

Елена Алексеевна Миронова, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры производства и переработки продуктов питания из растительного сырья; e-мэйл: elena_st_86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2425-0528>;

Елена Семеновна Романенко, канд. с.-х. наук, доцент, заведующая кафедрой производства и переработки продуктов питания из растительного сырья; e-мэйл: elena_r65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6514-414X>;

Наталья Александровна Есаулко, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры производства и переработки продуктов питания из растительного сырья; e-мэйл: Esaulko70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1901-3616>;

Мария Владимировна Селиванова, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры производства и переработки продуктов питания из растительного сырья; e-мэйл: selivanowa86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5770-6272>;

Тимур Солтанович Айсанов, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры производства и переработки продуктов питания из растительного сырья; e-мэйл: aysanov_timur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2525-7465>;

Мария Сергеевна Герман, ассистент кафедры производства и переработки продуктов питания из растительного сырья; e-мэйл: masha.german.93@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6958-5815>.

Information about authors

Elena A. Mironova, Cand. Techn. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Production and Processing of Food Products from Plant Raw Materials; e-mail: elena_st_86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2425-0528>;

Elena S. Romanenko, Cand. Agric. Sci., Associate Professor, Head of the Department of Production and Processing of Food Products from Plant Raw Materials; e-mail: elena_r65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6514-414X>;

Natalia A. Esaulko, Cand. Agric. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Production and Processing of Food Products from Plant Raw Materials; e-mail: Esaulko70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1901-3616>;

Maria V. Selivanova, Cand. Agric. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Production and Processing of Food Products from Plant Raw Materials; e-mail: selivanowa86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5770-6272>;

Timur S. Aysanov, Cand. Agric. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Production and Processing of Food Products from Plant Raw Materials; e-mail: aysanov_timur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2525-7465>;

Maria S. German, Assistant of the Department of Production and Processing of Food Products from Plant Raw Materials; e-mail: masha.german.93@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6958-5815>.

Статья поступила в редакцию 11.10.2021, одобрена после рецензии 10.11.2021, принята к публикации 19.11.2021 г.

Влияние способа обработки на химический состав и антиоксидантную активность ягоды малины

Громова И.А. [✉], Воронина М.С., Макарова Н.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Самарский государственный технический университет", Самарская область, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244

[✉] ia.gromova.gro@yandex.ru

Аннотация. Большое влияние на здоровье человека оказывают вещества, проявляющие антиоксидантный эффект, в значительной степени содержащиеся в ягодах малины и отходах сокового производства от данной ягоды, а именно свежемороженой ягоде, свежесжатым соке, водной вытяжке, сырых и высушенных выжимках и концентрированном соке. Целью работы стало изучение химического состава и антиоксидантной активности ягод малины и отходов сокового производства, наблюдение за изменением показателей исследуемых характеристик при механической и тепловой обработке ягод малины и выбор оптимального варианта. При проведении исследований были использованы следующие методы: определение общего содержания антоцианов; определение общего содержания фенольных соединений; определение общего содержания флавоноидов; определение антирадикальной активности; определение восстанавливающей силы; исследование антиоксидантных свойств с использованием модельной системы линолевой кислоты. Все методы по определению содержания антиоксидантов проводились на этанольных экстрактах. Установлено, что использование экстракции для ягод и отходов сокового производства позволяет более точно определить содержание исследуемых показателей. Выявлено, что наибольшая антиоксидантная активность 94,5-98,4 % отмечена в малине и водной вытяжке из нее.

Ключевые слова: антиоксиданты; экстракт; антирадикальная активность; восстанавливающая сила; линолевая кислота; спектрофотометр.

Для цитирования: Громова И.А., Воронина М.С., Макарова Н.В. Влияние способа обработки на химический состав и антиоксидантную активность ягоды малины // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4):388-392. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.014

Influence of the processing method on the chemical composition and antioxidant activity of raspberries

Gromova I.A. [✉], Voronina M.S., Makarova N.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya str., 443100 Samara, Russia

[✉] ia.gromova.gro@yandex.ru

Abstract. A great influence on human health is exerted by substances exhibiting an antioxidant effect, largely contained in raspberries and their juice waste products, specifically in fresh-frozen berries, fresh squeezed juice, water extract, raw and dried pomace and concentrated juice. The aim of the work was to study chemical composition and antioxidant activity of raspberries and their juice waste products, monitor changes in the parameters of the studied characteristics during mechanical and thermal processing of raspberries and select the optimal option. The following methods were used during the research: determination of the total content of anthocyanins; determination of the total content of phenolic compounds; determination of the total content of flavonoids; determination of antiradical activity; determination of regenerating power; study of antioxidant properties using a model system of linoleic acid. All methods for determining the content of antioxidants were carried out on ethanol extracts. It was established that using of extraction for berries and juice waste products made it possible to determine more precisely the content of the studied indicators. It was also revealed that the highest antioxidant activity of 94.5% - 98.4% was observed in raspberries and their water extract.

Key words: antioxidants; extract; antiradical activity; regenerating power; linoleic acid; spectrophotometer.

For citation: Gromova I.A., Voronina M.S., Makarova N.V. Influence of the processing method on the chemical composition and antioxidant activity of raspberries. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2021; 23(4):388-392 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.014

Введение

Красная малина высоко ценится за ее универсальность в кулинарном применении, а также во многих других областях применения. Около 3% ягод красной малины продается свежей, а остальное количество перерабатываются в сок или другие продукты, такие как

желе, джемы, йогурты и кондитерские изделия. Малиновый сок богат высоким содержанием витамина С и железа [1, 2, 5].

Сок красной малины является отличным источником фенольных соединений, обладающих антиоксидантной активностью, таких веществ, как эллагитанины и антоцианы. Фенольные соединения обладают антимикробной активностью и могут препятствовать росту кишечных патогенов, таких как штаммы ста-

филококка. Это показало, что потребление красной малины снижает отложение липидов в аорте, что предотвращает вероятность атеросклероза. Этот сок также оказывает благотворное воздействие на различные типы рака.

Функциональные напитки содержат питательно важные соединения, включая различные необходимые элементы, фруктовые соки являются неотъемлемой частью сбалансированного питания и богаты важнейшими элементами. Чтобы получить питательный элементный состав этого напитка, необходимо получить знания обо всех содержащихся в нем элементах, в том числе о тех, которые присутствуют на ультраследовых уровнях. Среди них антиоксиданты. Определение следовых и сверхмалых количеств антиоксидантов в пищевых продуктах является сложной задачей. Для получения достоверных результатов необходимы точные методы.

Антиоксиданты представляют собой соединения, объединяющие неспаренные электроны с образованием менее активных или совсем неактивных радикалов. Они отвечают за регуляцию процесса протекания свободно-радикальных изменений в организме, что в значительной степени влияет на его состояние, поэтому в последнее время антиоксиданты и исследования антиоксидантных свойств соединений получили распространение в широком кругу. Богатые антиоксидантами и самые распространенные пищевые продукты – это продукты растительного происхождения [2, 6, 7, 9].

Основным поставщиком жизненно важных витаминов, минералов и других биологически активных веществ являются ягоды. Они являются продуктом скоропортящимся, поэтому период потребления их в свежем виде ограничен малым временным интервалом. Опытным путем было доказано, что замораживание ягод позволяет не только максимально сохранить, но и повысить содержание в них исходных веществ, в том числе и биологически активных, обладающих антиоксидантной природой, что обуславливает их значимость в питании [3, 8, 10]. Замороженные ягоды можно рекомендовать в качестве профилактического антиоксидантного средства и как основу для создания пищевых продуктов с антиоксидантными свойствами [4, 11].

Наиболее изученными антиоксидантами являются фенольные соединения, к которым относятся флавоноиды. Для более тщательного изучения химических показателей проводились исследования с водно-спиртовыми экстрактами, так как они обладают антиоксидантной активностью и ингибирующей активностью против грамположительных и грамотрицательных бактерий.

Цель нашей работы – изучение химического состава и антиоксидантной активности различных продуктов переработки малины.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования стала ягода малина.

Для исследования свежих ягод и продуктов переработки применялись следующие методы: метод определения общего содержания фенольных соедине-

ний (мг галловой кислоты/100 г исходного сырья); метод определения общего содержания флавоноидов (мг катехина/100 г сырья); общее содержание антоцианов (мг цианидин-3-гликозида/100 г исходного сырья); антирадикальная активность (мг/мл); восстанавливающая сила (ммоль Fe/1 кг исходного сырья); антиоксидантная активность в системе линолевой кислоты (% ингибирования окисления линолевой кислоты).

Исследования проводились на базе ФГБОУ ВО Самарского государственного технического университета (г. Самара).

Содержание антиоксидантов определялось на этанольных экстрактах. Для исследования антиоксидантной активности ягод малины и выжимок был получен водно-спиртовой экстракт: навески измельченных плодов ягод и продуктов переработки помещали в колбы, добавляли 10 мл смеси дистиллированной воды и водного раствора этилового спирта (соотношение водного раствора этилового спирта 1:1) и помещали в термостат (температура 37°C в течение 2 ч). Проводилось исследование экстрактов свежемороженых ягод малины, водной вытяжки данной ягоды, свежесжатого сока малины, концентрированного сока, сырых и высушенных выжимок ягоды.

Основной методикой для определения фенольных веществ во фруктовых соках и напитках является спектрофотометрический метод с реактивом Фолина-Чокальтеу [12]. Общее содержание фенольных веществ рассчитаны как мг галловой кислоты на 100 г исходного сырья по калибровочной кривой (рис. 1).

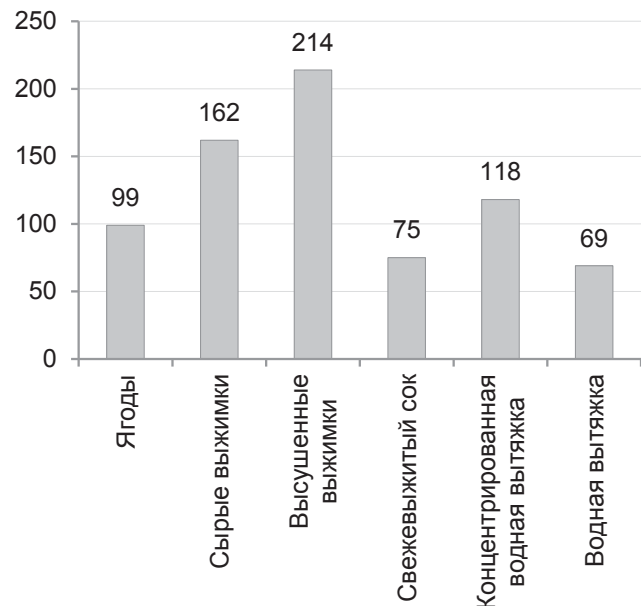


Рис. 1. Общее содержание фенольных веществ ягод малины и отходов сокового производства, мг галловой кислоты / 100 г исходного сырья

Fig. 1. The total content of phenolic substances in raspberries and juice waste products, mg of gallic acid / 100 g of raw materials

Фенольные вещества преобладают именно в высушенных выжимках (214 мг галловой кислоты/100 г исходного сырья), тогда как в самих ягодах (99 мг галловой кислоты/100 г исходного сырья) наблюдаются низкие значения.

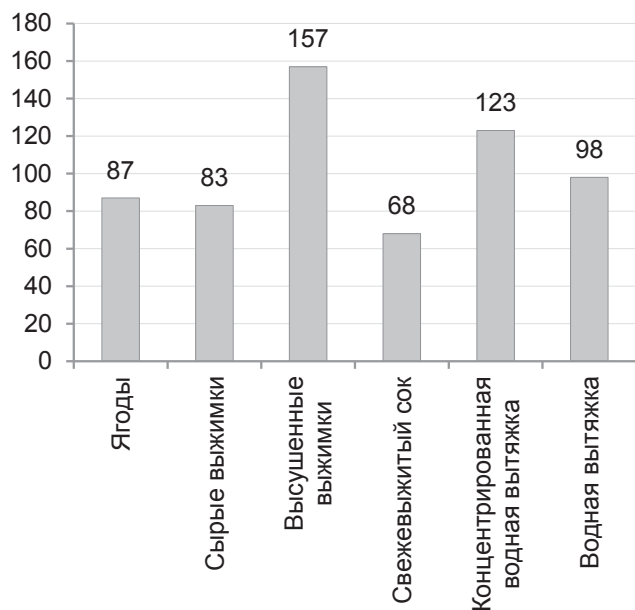


Рис. 2. Общее содержание флавоноидов ягод малины и отходов сокового производства, мг катехина / 100 г сырья
Fig. 2. The total content of flavonoids in raspberries and juice waste products, mg of catechin / 100 g of raw materials

Общее содержание флавоноидов определялось колориметрическим методом при взаимодействии экстрактов ягод с азотистокислым натрием, трёххлористым алюминием [13, 19]. Общее содержание флавоноидов рассчитано в единицах мг катехина на 100 г исходного сырья по калибровочной кривой (рис. 2).

Флавоноиды также преобладают именно в высушенных выжимках (157 мг катехина/100 г сырья), тогда как в сырых выжимках (83 мг катехина/100 г сырья) значительное меньшее содержание флавоноидов.

Определение общего содержания антоцианов проводилось методом дифференциала рН фактора, основанном на добавлении к экстракту буферов рН=1,0 и рН=4,5 и измерении поглощения при 515 и 700 нм [14]. Суммарное содержание антоцианов выражено как эквивалент мг цианидин-3-гликозида/100 мг исходного сырья (рис. 3).

Количество антоцианов в высушенных выжимках (282,13 мг цианидин-3-гликозида/100 г исходного сырья) намного больше, чем в остальных объектах, а сырых выжимках (72,37 мг цианидин-3-гликозида/100 г исходного сырья) также наблюдается значительное снижение этого показателя.

Одним из способов оценки антиоксидантной активности является колориметрия свободных радикалов [16]. Данный метод основан на реакции реактива DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила), растворенного в этаноле, с образцом антиоксиданта. Антирадикальная активность рассчитана как Ec_{50} – концентрация исходного экстракта необходимая для поглощения 50% радикалов DPPH (рис. 4).

При оценке антиоксидантной активности при помощи колориметрия свободных радикалов анализируемые объекты распределились в следующем порядке убывания: высушенные выжимки, ягоды, сырые выжимки, водная вытяжка, концентрированная во-

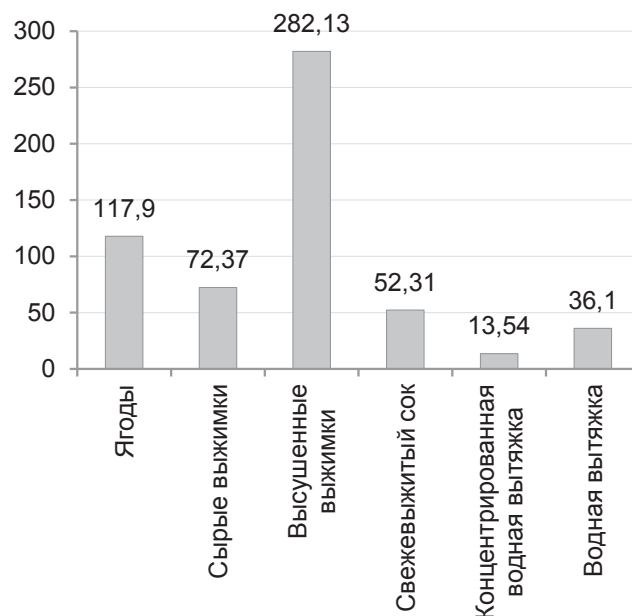


Рис. 3. Общее содержание антоцианов ягод малины и отходов сокового производства, мг цианидин-3-гликозида / 100 г исходного сырья

Fig. 3. The total content of anthocyanins in raspberries and juice waste products, mg of cyanidin-3-glycoside / 100 g of raw materials

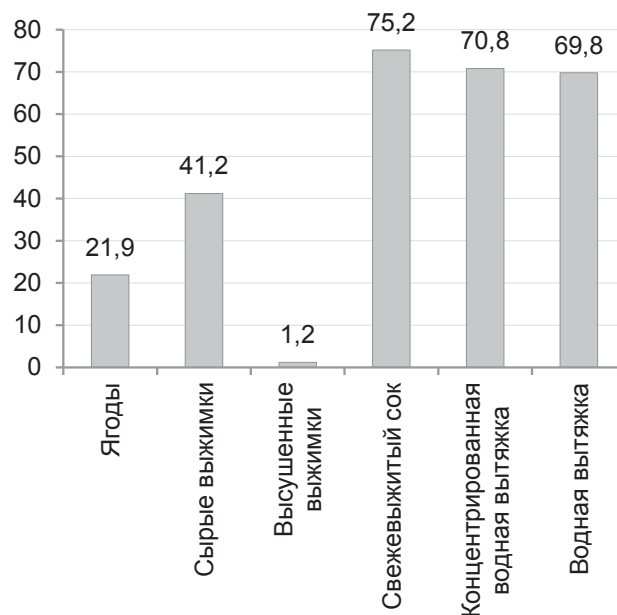


Рис. 4. Антирадикальная активность ягод малины и отходов сокового производства, мг/мл

Fig. 4. Antiradical activity of raspberries and juice products, mg/ml

дная вытяжка, свежевыжатый сок.

Метод определения антиоксидантной способности (FRAP) основан на реакции восстановления комплекса Fe (III) – 2,4,6-трипиридил-s-триамина до комплекса Fe (II) – 2,4,6-трипиридил-s-триамина, которое имеет ярко-синее окрашивание и полосу поглощения при длине волны 593 нм [15, 17]. Результаты измерения восстанавливающей силы выражены в ммоль Fe^{2+} на 1 кг исходного сырья по калибровочной кривой (рис. 5).

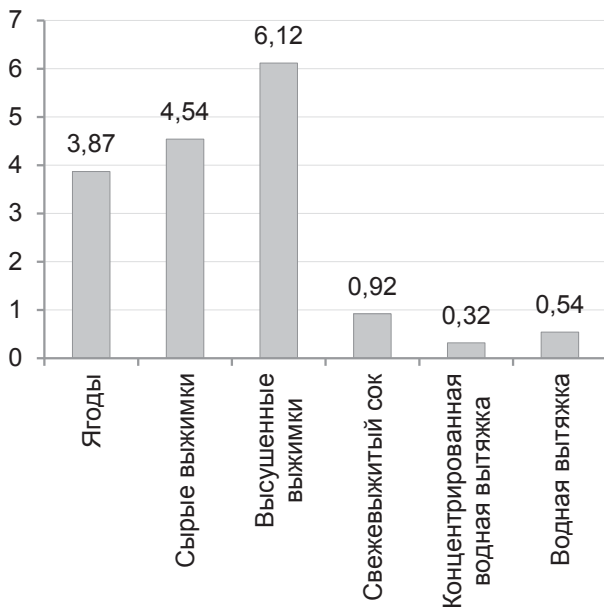


Рис. 5. Восстанавливающая сила ягод малины и отходов сокового производства, ммоль Fe²⁺/1 кг исходного сырья

Fig. 5. Regenerating power of raspberries and juice waste products, mmol Fe²⁺/1 kg of raw materials

Восстанавливающая сила по методу FRAP намного выше в высушенных выжимках (6,12 ммоль Fe²⁺/1 кг исходного сырья).

Метод на модели с линолевой кислотой основан на окислении линолевой кислоты, при этом образуются пероксиды, и эти соединения окисляют Fe (II) до Fe (III). Ион Fe (III) образует комплекс с ионом SCN⁻, который имеет максимальную спектральную поглощательную способность при 500 нм [17, 20]. Таким образом, высокая степень спектральной поглощательной способности является индикатором образования большого количества пероксидов (рис. 6).

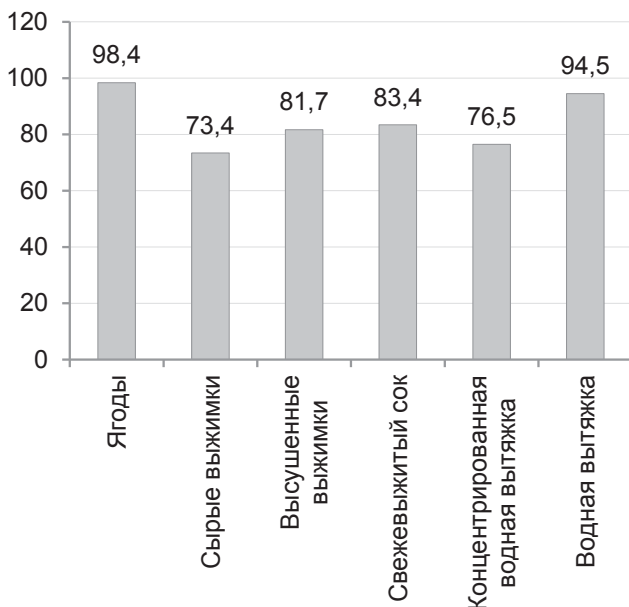


Рис. 6. Антиоксидантная активность в системе линолевой кислоты ягод малины и отходов сокового производства, % ингибирования окисления линолевой кислоты

Fig. 6. Antioxidant activity in the linoleic acid system of raspberries and juice waste products, % inhibition of linoleic acid oxidation

Антиоксидантная активность в системе линолевая кислота выше в самих ягодах (98,4%), по сравнению с другими продуктами переработки ягод.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований был изучен химический состав и антиоксидантная активность ягоды малины, определено, как влияет механическая и тепловая обработка на содержание антиоксидантов в ягоде и в продуктах ее переработки, а также проведено сравнение значений химического состава и антиоксидантной активности исследуемых продуктов переработки, полученных из ягод малины (рис. 1-6). Экспериментальным методом были определены химические характеристики (перечисленные выше) ягоды малины и отходов сокового производства.

Выводы

Установлено что, использование экстракции для ягод и отходов сокового производства позволяет более точно определить содержание всех показателей: фенольных веществ, флавоноидов, антоцианов, восстанавливающей силы, антирадикальной активности, антиоксидантной активности веществ в системе линолевой кислоты.

Все значения показывают лучшие результаты при использовании механической и тепловой обработки (высушенные выжимки ягод). Это характеризуется тем, что при данных видах обработки происходит разрушение целостности клеток, происходит наблюдение разрывов клеточных стенок и более активный выход в окружающую среду составляющих компонентов ягод.

В водно-спиртовых экстрактах малины и отходов переработки ягоды определен количественный состав флавоноидов, определена антиоксидантная, антирадикальная активности и антиоксидантная способность. Показано, что наибольшая антиоксидантная активность 94,5-98,4% отмечена в малине и водной вытяжке из нее, что коррелирует с результатами определения массовой концентрации фенольных веществ в исследуемом сырье.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

References

1. Alessandro L.G., Kriaa K., Nikov I., Dimitrov K. Ultrasound assisted extraction of polyphenols from black chokeberry. Separation and Purification Technology. 2012;93:42-47.
2. Alberto Burgos-Edwards, Felipe Jiménez-Aspee, Cristina Theoduloz, Guillermo Schmeda-Hirschmann. Colonic fermentation of polyphenols from Chilean currants (*Ribes* spp.) and its effect on antioxidant capacity and metabolic syndrome-associated enzymes. Food Chemistry. 2018;258:144-155.
3. Gardona F., Andres-Lacueva C., Tulipani S., Tinahones F.J., Queipo-Ortuno M.I. Benefits of polyphenols on gut microbiota and implication in human health. J. Nutr. Biochem. 2013;24:1415-1422.
4. Cheigh C. I., Chung E. Y., Chung M. S. Enhanced extraction

- of flavanones hesperidin and narirutin from Citrus unshiu peel using subcritical water. *Journal of Food Engineering*. 2012;110:472-477.
5. Cleverdon R., Elhalaby Y., McAlpine M.D., Gittings W., Ward W.E. Total polyphenol content and antioxidant capacity of tea bags: comparison of black, red rooibos, chamomile and peppermint have gone through different cool times. *Beverages*. 2018;4:15.
 6. Isabelle M., Lee B.L., Lim M.T., Koh W.P., Huang D.J., Ong G.N. Antioxidant activity and profiles of common vegetables in Singapore. *Food Chemistry*. 2010;120:993-1003.
 7. Orsavová Jana, Hlaváčová Irena, Mlček Jiří, Snopek Lukáš, Mišurcová Ladislava. Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (*Ribes L.*) and gooseberry (*Ribes uva-crispa L.*) fruits. *Food Chemistry*. 2019;284:323-333.
 8. Kataki M.S., Murugamani V., Rajkumari A.S., Mehra P., Awasthi D., Yadav R.Sh. Antioxidant, hepatoprotective and anthelmintic activity of methanol extract of *Urtica dioica L.* *Pharmaceutical Crops*. 2012;3:38-46.
 9. Kim B., Park Y., Wegner C.J. et al. Polyphenol-rich black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) extract regulates the expression of genes critical for intestinal cholesterol flux in Caco-2 cells. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2013;24:1564-1570.
 10. Kim J.H. et al. *Aronia melanocarpa* juice, a rich source of polyphenols, induces endothelium dependent relaxations in porcine coronary arteries via the redox-sensitive activation of endothelial nitric oxide synthase. *Nitric Oxide*. 2013;35:54-64.
 11. McDougall G.J., Austin C., Van Schayk E., Salal M.P. *Gaultheria shallon* and *aronia* (*Aronia melanocarpa*) fruits from Orkney: Phenolic content, composition and effect of wine-making. *Food Chemistry*. 2016;205:239-247.
 12. Simmond Monique, Preedy Victor. *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Academic Press, 2015:154-189.
 13. Oszmianski J., Wojdylo A. *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *European Food Research and Technology*. 2005;221:809-813.
 14. Remini H., Dahmoune F., Sahraoui Y., Madani K., Kapranov V.N., Kiselev E.F. Recent advances on stability of anthocyanins. *Veterinary sanitary expertise*. 2018;13:257-286.
 15. Rezaeian Sh., Pourianfar H.R., Janpoor J. Antioxidant properties of several medicinal plants growing wild in northeastern Iran. *Asian J. Plant Sci. and Res*. 2015;5(2):63-68.
 16. Sun T., Powers J. R., Tang J. Evaluation of the antioxidant activity of asparagus, broccoli and their juices. *Food Chemistry*. 2007;105(1):101-106.
 17. Watson Ronald Ross, Preedy Victor, Zibadi Sherma. *Polyphenols: Prevention and Treatment of Human Disease*. 2018:255-298.
 18. Rugina D., Scontxa Z., Leopold L. et al. Antioxidant activities of chokeberry extracts and the cytotoxic action of their anthocyanin fraction on HeLa human cervical tumor cells. *Journal of Medicinal Food*. 2012;15(8):700-706.
 19. Wu L.C., Hsu H.W., Chen Y.C., Chiu C.C., Lin Y.I., Annie Ho J.A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*. 2009;95(5):319-327.
 20. Zhongli Pan, Ruihong Zhang, Steven Zicari. *Integrated technologies for processing food and agricultural byproducts*. 2019,1:100-150.

Информация об авторах

Ирина Александровна Громова, студент, факультет пищевых производств, кафедра технологии и организации общественного питания; e-мэйл: ia.gromova.gro@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0139-7578>;

Марианна Сергеевна Воронина, доцент, канд. техн. наук, факультет пищевых производств, преподаватель кафедры технологии и организации общественного питания; e-мэйл: marianna419@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0002-0002-0>;

Надежда Викторовна Макарова, д-р хим. наук, профессор, факультет пищевых производств, заведующий кафедрой технологии и организации общественного питания; e-мэйл: makarovanv1969@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0112-0085>.

Information about authors

Irina A. Gromova, Student, Faculty of Food Production, Department of Technology and Organization of Food Service Industry; e-mail: ia.gromova.gro@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0139-7578>;

Marianna S. Voronina, Assistant Professor, Cand. Techn. Sci., Faculty of Food Production, Lecturer of the Department of Technology and Organization of Food Service Industry; e-mail: marianna419@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0002-0002-0>;

Nadezhda V. Makarova, Dr. Chem. Sci., Professor, Faculty of Food Production, Head of the Department of Technology and Organization of Food Service Industry; e-mail: makarovanv1969@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0112-0085>.

Статья поступила в редакцию 31.05.2021, одобрена после рецензии 15.11.2021, принята к публикации 19.11.2021 г.

Скрининг полифенольного состава амурского винограда *Vitis amurensis* Rupr. и его идентификация методом тандемной масс-спектрометрии

Разгонова М.П.^{✉1,2}, Сабитов А.Ш.¹, Перминова Е.В.¹, Михайлова Н.М.¹, Голохваст К.С.^{1,2,3,4}

¹Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), 190031, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42;

²Дальневосточный федеральный университет, 690922, Владивосток, остров Русский, Аякс, 10;

³Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Академии Наук РФ, 690041, Владивосток, ул. Радио, 7;

⁴Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий, 633501, Новосибирская область, Краснообск, ул. Центральная, 26

✉m.razgonova@vir.nw.ru

Аннотация. Виноград амурский *Vitis amurensis* Ruprecht содержит большое количество полифенольных комплексов, являющихся биологически активными соединениями. В данной работе впервые проведено сравнительное метаболомное исследование биологически активных веществ дикого винограда, собранного из пяти различных мест Приморского и Хабаровского краёв. Для идентификации целевых аналитов в этанольных экстрактах ягод винограда использована высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) в комплексе с ионной ловушкой amaZon SL, оснащенной источником ионизации электрораспылением ESI в режимах отрицательных и положительных ионов. Масс-спектрометр использовался в диапазоне сканирования m/z 100 – 1.700 для МС и МС/МС. Использовано фрагментирование 4-го порядка. Первичные масс-спектрометрические результаты показали присутствие 94 биологически активных соединений, соответствующих виду *V. amurensis*; причем сальвианоловые кислоты F, D и G, олеаноловая, урсоловая, миристолеиновая кислоты, берберинин, мearnсетин, эскулин, невадензин, стигмастерол, фукостерол, флоризин, триптофан идентифицированы впервые в *V. amurensis*.

Ключевые слова: *Vitis amurensis* Rupr.; ВЭЖХ – МС/МС; тандемная масс-спектрометрия; фенольные соединения; виноград амурский; биологически активные соединения.

Для цитирования: Разгонова М.П., Сабитов А.Ш., Перминова Е.В., Михайлова Н.М., Голохваст К.С. Скрининг полифенольного состава амурского винограда *Vitis amurensis* Rupr. и его идентификация методом тандемной масс-спектрометрии // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4):393-404. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.015

Screening of the polyphenolic content of Amur grapes *Vitis amurensis* Rupr. and its identification by the method of tandem mass spectrometry

Razgonova M.P.^{✉1,2}, Sabitov A.Sh.¹, Perminova E.V.¹, Mikhailova N.M.¹, Golokhvast K.S.^{1,2,3,4}

¹Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov (VIR), 42 Bolshaya Morskaya str., 190031 St-Petersburg, Russia;

²Far East Federal University, 10 Ajax Bay, Russky Island, 690922 Vladivostok, Russia;

³Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of the RAS, 7 Radio str., 690041 Vladivostok, Russia;

⁴Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies, 2B Tsentralnaya str., 633501 Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

✉m.razgonova@vir.nw.ru

Abstract. *Vitis amurensis* Ruprecht contains a large number of polyphenolic compounds which are the biologically active components. In this work, for the first time, a comparative metabolomic study of biologically active substances of wild grapes collected from five different places of the Primorsky and Khabarovsk territories is carried out. To identify target analytes in ethanol extracts of grape berries, high performance liquid chromatography (HPLC) was used in combination with an amaZon SL ion trap (manufactured by BRUKER DALTONIKS, Germany) equipped with an ESI electrospray ionization source in negative and positive ion modes. The mass spectrometer was used in the scan range m/z 100 – 1.700 for MS and MS/MS. The fragmentation of the 4th order was used. Primary mass spectrometric results showed presence of 94 biologically active compounds corresponding to the species *V. amurensis*; moreover, salvianolic acids F, D and G, oleanoic, ursolic, myristoleic acids, berbericin, mearnsetin, esculin, nevadensin, stigmaterol, fucosterol, phlorizin, L-tryptophan were identified for the first time in *V. amurensis*.

Key words: *Vitis amurensis* Rupr.; HPLC – MS/MS; tandem mass spectrometry; phenolic compounds; Amur grapes; biologically active compounds.

For citation: Razgonova M.P., Sabitov A.Sh., Perminova E.V., Mikhailova N.M., Golokhvast K.S. Screening of the polyphenolic content of Amur grapes *Vitis amurensis* Rupr. and its identification by the method of tandem mass spectrometry. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(4):393-404 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.015

Введение

Появление первых представителей семейства *Vitaceae*, принадлежащих к роду *Vitis*, несомненно надо отнести к верхнемеловому периоду, когда уже встречались типы растений, весьма сходных по листьям с виноградными лозами. Отсутствие семян не позволяет, однако, во многих случаях иметь полную уверенность в их принадлежности к роду *Vitis* [1, 2].

К таким типам надо отнести найденную в верхнемеловых отложениях в графстве Гардинг в Южной Дакоте лозу *Vitis dakotana* Berry, по облику весьма сходную с современными лозами [3, 4].

Эволюция виноградных растений, приближающихся к культурной лозе, судя по ископаемым находкам, особенно интенсивно проходила в Средней и Южной Европе в течение второй половины третичного периода и затем особенно в четвертичный период. На территории России также известно довольно много находок ископаемых, относящихся к родам *Cissites*, *Ampelopsis*, *Parthenocissus* и особенно к роду *Vitis*: *V. sachalinensis* Kryshch. и *V. crenata* Heer на Сахалине, *V. teutonica* A. Br. – близ Таганрога и на реке Иртыш, а также *V. praevinifera* Sap. – на реке Крынка. Все эти данные показывают, что эволюция виноградной лозы на территории России проистекала с древнейших времен. В современной классификации дикий виноград является подвидом культурного (*Vitis vinifera*). Это также видно из того, что и теперь в России во многих районах произрастает дикий виноград *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* [5, 6, 7].

О культуре восточноазиатских видов винограда имеется очень мало сведений. В восточной Индии культивируется *V. lanata* Roxb. и *V. tomentosa* Neune, в Японии и Корее – *V. thunbergii* Sieb. et Zucc. под названием *V. seiboldii* hort [8].

Болееполные сведения имеются в отношении *V. amurensis* Rupr., который впервые был введен в культуру И.В. Мичуриным. В своём труде «Итоги полувековых работ» И.В. Мичурин дает описание четырех форм *V. amurensis* Rupr., которые были выделены на Дальнем Востоке [9, 10].

Для выделения биологически активных веществ используют зрелые плоды, кожицу плодов, гребни, листья, семена, перикарпий лозы, красное виноградное вино. Плоды содержат 65-85% воды, 10-33% сахара (глюкозу и фруктозу), флофавен, галловую кислоту, кверцетин, энин, гликозиды – монодельфинидин и дидельфинидин, кислоты (яблочную, кремниевую, салициловую, фосфорную, виннокаменную, лимонную и т.д.), пектиновые и дубильные вещества, соли калия, магния, кальция, марганца, кобальта, железа и витамины: B₁, B₂, B₆, B₁₂, A, C, P, PP, фолиевую кислоту, а также ферменты.

Доминирующим классом биологически активных соединений плодов, и особенно гребней винограда являются биофлавоноиды и, в частности, так называемые комплексы олигомерных проантоцианидинов или конденсированные танины, представляющие собой полимерные

формы флавоноидов из группы катехинов [11].

В европейской медицине виноград, вплоть до недавнего времени, широко использовался в качестве средства терапии и реабилитации широкого круга заболеваний: хронические рецидивирующие воспалительные процессы, туберкулез, болезни почек, артериальная гипертония и др.

Цель данной работы – сравнительное метаболическое исследование биологически активных веществ дикого винограда, собранного в пяти различных местах в дальневосточной тайге в Приморском и Хабаровском краях. Для идентификации целевых аналитов в экстрактах использована высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) в комплексе с ионной ловушкой BRUKER DALTONIKS (танDEMная масс-спектрометрия). В данной работе представлено детальное изучение метаболического состава виноградного сока из плодов, взятых из пяти мест произрастания *V. amurensis* на Дальнем Востоке: острова Пахтусова и остров Рикорда (Залив Петра Великого, Японское море), окрестности г. Артема (Приморский край), окрестности реки Арсеньевки (Приморский край), окрестности г. Вяземского (Хабаровский край) (рис.).



Рис. Дикий виноград *V. amurensis*, собранный в окрестностях г. Артема (Приморский край)

Fig. Wild grapes *V. amurensis*, collected in the near vicinity of Artem city (Primorsky Territory)

Материалы и методы

В качестве объекта исследования были использованы ягоды дикого винограда *V. amurensis*, собранные в пойме реки Арсеньевки, Приморский край (С.ш. 44°52'18", В.д. 133°35'12"; буро-глебовые отбеленные почвы) в окрестностях г. Вяземский, Хабаровский край (С.ш. 47°32'15", В.д. 134°45'20"; подзолисто-бурые лесные тяжелосуглинистые почвы), в окрестностях г. Артем, Приморский край (С.ш. 43°21'34", В.д. 132°11'19"; желто-буроземные почвы), на острове Рикорда, залив Петра Великого (С.ш. 42°52'54", В.д. 131°40'06"; желто-буроземные почвы), на островах Пахтусова, залив Петра Великого (С.ш. 42°53'57", В.д. 131°38'45"; желто-буроземные почвы). Сбор винограда производился в конце августа и до середины сентября 2020 года. Все образцы морфологически соответствовали фармакопейным стандартам Государственной фармакопеи Российской Федерации [12].

Дробная мацерация. Для получения высококонцентрированных экстрактов была применена дробная мацерация. При этом общее количество экстрагента (этилового спирта х.ч.) разделено на 3 части и последовательно настояно на одной и той же порции ягод винограда с первой частью, затем со второй и третьей. Время настойки каждой части экстрагента составляло 7 дней.

Высокоэффективная жидкостная хроматография. Для выполнения разделения многокомпонентных смесей использовался жидкостный хроматограф высокого давления Shimadzu LC-20 Prominence HPLC (Shimadzu, Япония), оборудованный UV-детектором и обратнофазной колонкой Shodex ODP-40 4E. Программа элюирования градиента следующая: 0,0 – 4 мин, 100% ацетонитрила; 4 – 60 мин: 100 % – 25 %

ацетонитрила; 60 – 75 мин: 25 % – 0 % ацетонитрила, 100 % воды; контрольная промывка 75 – 120 мин 0% ацетонитрила, 100% воды. Весь ВЭЖХ-анализ сделан с UV-VIS-детектором SPD-20A (Kanda-Nishikicho 1-chrome, Shimadzu, Chiyoda-ku, Токио, Япония) при длинах волн 230 нм и 330 нм; температура 17 °С. Объем инъекции составлял 1 мл.

Тандемная масс-спектрометрия. Масс-спектрометрические данные получены с помощью ионной ловушки amaZon SL (производство фирмы BRUKER DALTONIKS, Германия), оснащенной источником ионизации электрораспылением ESI в режимах отрицательных и положительных ионов. Оптимизированные параметры получены следующим образом: температура источника ионизации: 70 °С, поток газа: 4 л / мин, газ-небилайзер (распылитель): 7,3 psi, капиллярное напряжение: 4500 V, напряжение на изгибе торцевой пластины: 1500 V, фрагментатор: 280 V, энергия столкновения: 60 eV. Масс-спектрометр использовался в диапазоне сканирования m/z 100 – 1.700 для MS и MS/MS. Использовано фрагментирование 4-го порядка.

Результаты исследований

Уточнение метаболомного состава – чрезвычайно важный результат в системе биохимического анализа. В данной работе был использован метод ВЭЖХ-МС/МС с дополнительной ионизацией и анализом фрагментированных ионов. Всего на ионной хроматограмме было обнаружено 300 пиков выделенных целевых аналитов. По результатам измерений составлена унифицированная системная таблица молекулярных масс и фрагментированных ионов целевых аналитов, выделенных в экстрактах *Vitis amurensis* Rupr. (табл.).

Таблица. Метаболомный анализ соединений целевых аналитов, выделенных из экстрактов *Vitis amurensis* Rupr.

Table. Metabolomic analysis of target analyte compounds isolated from extracts of *Vitis amurensis* Rupr.

№ п/п	Группы соединений	Химическое соединение	Формула	Молярная масса	Ион-аддукт [M-H] ⁻	Ион-аддукт [M+H] ⁺	MS/MS фрагментирование ионов	Использованные источники
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Полифенолы</i>								
1	Антоцианин	Пеларгонидин 3-О-глюкозид	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₀	433.3854		433	414; 271; 172; 116	<i>Rubus ulmifolius</i> [da Silva et al., 2019]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis labrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];
2	Антоцианин	Пеонидин 3-О-глюкозид	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₁ ⁺	463.4114		463	301; 286; 258; 230; 202; 174	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis labrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];
3	Антоцианин	Мальвидин 3-О-глюкозид	C ₂₃ H ₂₅ O ₁₂	493.4374		493	331; 315; 179	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis labrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];
4	Антоцианин	Мальвидин 3-(6-О-ацетил)глюкозид	C ₂₅ H ₂₇ O ₁₃	535.478		537	331; 299; 261; 243; 211; 154	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];
5	Антоцианин	Цианидин 3,5-О-диглюкозид	C ₂₇ H ₃₁ O ₁₆	611.5335		611	287; 449	<i>Berberis lycium</i> [Pradhan & Saha 2016]; <i>Rubus ulmifolius</i> [da Silva et al., 2019]; <i>Vitis labrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];
6	Антоцианин	Цианидин 3,5-О-диглюкозид	C ₂₇ H ₃₁ O ₁₆	611.5335		611	287; 449	<i>Vitis labrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];
7	Антоцианин	Пеонидин-3,5-диглюкозид	C ₂₈ H ₃₃ O ₁₆	625.5520		625	301; 463; 286; 258	<i>Vitis labrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Антоцианин	Мальвидин 3-(6- <i>O</i> -кумарил) глюкозид	C ₃₂ H ₃₁ O ₁₄	639.5801		639	331; 315; 299; 270; 242; 179	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis lambrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]
9	Антоцианин	Петунидин 3,5-диглюкозид	C ₂₈ H ₃₃ O ₁₇	641.5514		641	317; 479; 420; 257; 302; 274	<i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]; <i>Vitis lambrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]
10	Антоцианин	Мальвидин 3-(6- <i>p</i> -кофеилаглюкозид)	C ₃₂ H ₃₁ O ₁₅	655.5795		655	493; 331; 315; 313; 179	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Wheat [Garg et al., 2016]
11	Антоцианин	Мальвидин 3,5-диглюкозид	C ₃₂ H ₃₁ O ₁₅	655.5795		655	331; 493; 299; 179	<i>Vitis lambrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]
12	Антоцианин	Мальвидин 3-ацетил-5-глюкозид	C ₃₁ H ₃₇ O ₁₈ ⁺	697.6147		697	535; 493; 331; 315; 299; 242; 179	<i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]
13	Антоцианин	Петунидин 3-кумарилглюкозид-5- <i>O</i> -глюкозид	C ₃₄ H ₄₃ O ₂₁	787.6926		787	625; 479; 317; 302; 301; 274; 246	<i>Vitis lambrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]
14	Антоцианин	Мальвидин 3-кумарилглюкозид-5- <i>O</i> -глюкозид	C ₃₃ H ₄₅ O ₂₁	801.7192		801	639; 493; 331; 315; 287; 270	<i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]
15	Таннин	Процианидин А-типа димер	C ₃₀ H ₂₄ O ₁₂	576.501		577	425; 397; 373; 287; 245; 181	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; pear [Sun et al., 2019]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [Rafsanjany et al., 2015; Abeywickrama et al., 2016]
16	Флавоноид	Апигенин	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	270.2369		271	253; 181; 137	Phlomis (<i>Lamiaceae</i>) [Aghakhani et al., 2017]; Olive oil [Suarez et al., 2008]; <i>Triticum aestivum</i> L. [Wojakowska et al., 2013]
17	Флавоноид	Лютеолин	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286.2363		287	271; 225; 175; 158	Red wines [Sun et al., 2007]; <i>Mentha</i> [Marzouk et al., 2018]; <i>Lonicera henryi</i> [Jaiswal et al., 2014]
18	Флавоноид	Невадензин	C ₁₈ H ₁₆ O ₇	344.3154	343		328; 313; 269; 259	<i>Mentha</i> [Xu et al., 2017]; <i>Ocimum</i> [Pandey et al., 2016]
19	Флавоноид	Апигенин 7- <i>O</i> -глюкозид	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	432.3775		433	414; 287; 241; 186; 158	<i>Lonicera henryi</i> [Jaiswal et al., 2014]; Olive oil [Suarez et al., 2008]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Mentha</i> [Li & Tian, 2018]
20	Флавоноид	Изовитексин 6"- <i>O</i> -деоксигексозид	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₄	578.5187		579	415; 397; 344; 297; 177	2018]
21	Флавоноид	Витексин 2"- <i>O</i> -глюкозид	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	594.5181		595	415; 353; 283; 265; 176	<i>Passiflora incarnata</i> [Ozarowski et al., 2018]
22	Флавоноид	Апигенин 6- <i>C</i> -[6"-ацетил-2"- <i>O</i> -деоксигексозид]-глюкозид	C ₂₉ H ₃₂ O ₁₅	620.5554		621	561; 547; 533; 461; 433	<i>Passiflora incarnata</i> [Ozarowski et al., 2018]
23	Флаванол	Кемпферол	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286.2363		287	269; 227; 153	<i>Ocimum</i> [Pandey et al., 2016]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Mentha</i> [Li & Tian, 2018]; <i>Ginkgo biloba</i> [Xiao et al., 2016]
24	Флаванол	Дигидро-кемпферол	C ₁₅ H ₁₂ O ₆	288.2522		289	271; 243; 199; 189; 127	<i>Echinops</i> [Seukep et al., 2020]; <i>Rhodiola rosea</i> [Lee et al., 2016]; <i>Rhodiola crenulata</i> [Daikonya et al., 2011]
25	Флаванол	Кемпферид	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	300.2629		301	283; 265; 239; 211; 185	<i>Ocimum</i> [Pandey et al., 2016]; <i>Alpinia officinarum</i> [Zhang et al., 2019]; Brazilian propolis [Xu et al., 2020]
26	Флаванол	Кверцетин	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	302.2357		303	285; 267; 163; 159	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; De Rosso et al., 2014]; Red wines [Sun et al., 2007]; Tomato [Vallverdu-Queralt et al., 2012]
27	Флаванол	Дигидро-кверцетин	C ₁₅ H ₁₂ O ₇	304.2516		305	259; 241; 199; 149	<i>Larix daburica</i> [Voskoboinikova; Tjukavkina et al., 1993]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Red wines [Sun et al., 2007];
28	Флаванол	Изорамнетин	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	316.2623		317	299; 270; 230; 207; 177; 165; 147; 123	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2011]; <i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2013]; Artemisia [Fu et al., 2019]; <i>Ginkgo biloba</i> [Xiao et al., 2016]; Wang et al., 2014

1	2	3	4	5	6	7	8	9
29	Флаванол	Мирицетин	$C_{15}H_{10}O_8$	318.2351	317		273; 255; 229; 205; 191	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Red wines [Sun et al., 2007]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [Rafsanjany et al., 2015]
30	Флаванол	3,7-Диметил-кверцетин	$C_{17}H_{14}O_7$	330.2889		331	314; 297; 255; 267; 228; 227; 203; 146	Beer [Quifer-Rada et al., 2015]
31	Флаванол	Меарнсетин	$C_{16}H_{12}O_8$	332.2617		333	318; 301; 289; 273; 245; 193; 165; 139	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2011]
32	Флаванол	Кемпферол 3-О-галактозид	$C_{21}H_{20}O_{11}$	448.3769		449	287; 269; 217	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2015]
33	Флаванол	Дигидроксемпферол глюкозид	$C_{21}H_{22}O_{11}$	450.3928	449		287; 269; 227; 225	<i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]
34	Флаванол	Изорамнетин 3-О-рамнозид	$C_{22}H_{22}O_{11}$	462.4035	461		315; 152; 219	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2011]; <i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2013]
35	Флаванол	Гиперозид	$C_{21}H_{20}O_{12}$	464.3763	463		301; 179; 257; 255	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle [Viera et al., 2016]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2014]; Red wines [Sun et al., 2007]
36	Флаванол	Кверцетин 3-О-глюкозид	$C_{21}H_{20}O_{12}$	464.3763		465	303; 285; 257; 229; 201; 150	<i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]; <i>Lonicera Henryi</i> [Jaiswal et al., 2014]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2014]
37	Флаванол	Таксифолин 3-О-глюкозид	$C_{21}H_{22}O_{12}$	466.3922		467	449; 303; 287; 132; 188	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020];
38	Флаванол	Кверцетин 3-О-глюкуронид	$C_{21}H_{18}O_{13}$	478.3598	477		301; 273; 179	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2014]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]; Cherimoya; Papaya [Spinola et al., 2015];
39	Флаванол	Изорамнетин 3-О-глюкозид	$C_{22}H_{22}O_{12}$	478.4029		479	317; 301; 257; 274; 228	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2014];
40	Флаванол	Мирицетин 3-О-галактозид	$C_{21}H_{20}O_{13}$	480.3757	479		299; 271; 243; 153	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2014]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [Rafsanjany et al., 2015; Abeywickrama et al., 2016]
41	Флаванол	Кемпферол 3,7-ди-О-глюкозид	$C_{27}H_{30}O_{16}$	610.5175		611	449; 287; 229; 213; 165	<i>Rhodiola rosea</i> [Petsalo et al., 2006]; Tomato [Le Gall et al., 2003]
42	Флаван-3-ол	Катехин	$C_{15}H_{14}O_6$	290.2681	289		245; 205; 203; 188	red wine [Sun et al., 2007]; <i>Vitis vinifera</i> [Schoedel et al., 2011; De Rosso et al., 2014]
43	Флаван-3-ол	Эпикатехин	$C_{15}H_{14}O_6$	290.2681		291	272; 175; 157; 130	<i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
44	Флаван-3-ол	Катехин галаат	$C_{22}H_{18}O_{10}$	442.3723	441		289; 245; 205; 169	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Rhododendron</i> [Jaiswal et al., 2012]
45	Флаванон	Нарингенин	$C_{15}H_{12}O_5$	272.5228		273	227; 209; 155; 139	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Red wines [Sun et al., 2007]; Tomato [Vallverdu-Queralt et al., 2012]
46	Флаванон	Гесперидин	$C_{16}H_{14}O_6$	302.2788	301		257; 228; 189; 151	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Red wines [Sun et al., 2007]; <i>Mentha</i> [Bodalska et al., 2020]
47	Флаванон	Эридиктиол 7-О-глюкозид	$C_{21}H_{22}O_{11}$	450.3928	449		269; 251; 207; 165	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle [Viera et al., 2016]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2015]; <i>Mentha</i> [Li & Tian, 2018; Bodalska et al., 2020]
48	Гидроксикумарин	Умбеллиферон	$C_9H_6O_3$	162.1421	161		115	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Sanguisorba officinalis</i> [Kim et al., 2018]
49	Гидроксикумарин	Эскулетин	$C_9H_6O_4$	178.1415		179	133; 115	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Yang et al., 2017
50	Гидроксикумарин	Эскулин	$C_{15}H_{16}O_9$	340.2821	339		177; 293; 131	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Yang et al., 2017; <i>Lonicera henryi</i> [Jaiswal et al., 2014]; <i>A. cordifolia</i> [Hamed et al., 2020]
51	Кумарин	Фраксин	$C_{16}H_{18}O_{10}$	370.3081		371	208; 352; 135	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
52	Кумарин	Фраксетин 7-О-бета-глюкуронид	$C_{16}H_{16}O_{11}$	384.2916		385	367; 272; 209; 175; 158; 143	rat plasma [Yasuda et al., 2006]
53	Стильбен	Ресвератрол	$C_{14}H_{12}O_3$	228.2433		229	142; 184; 114	Red wines [Sun et al., 2007]; <i>A. cordifolia</i> ; <i>F. glaucescens</i> ; <i>F. herrenae</i> [Hamed et al., 2020]

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
54	Стильбен	Полидатын	C ₂₀ H ₂₂ O ₈	390.3839	389		227; 343; 184	Red wines [Sun et al., 2007]; <i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]
55	Гидроксикоричная кислота	<i>n</i> -кумаровая кислота	C ₉ H ₈ O ₃	164.16		165	146; 119	<i>Vaccinium macrocarpon</i> [Abeywickrama et al., 2016]; <i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020];
56	Гидроксикоричная кислота	Кофейная кислота	C ₉ H ₈ O ₄	180.1574	179		133	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis vinifera</i> [Schoedl et al., 2011]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [Abeywickrama et al., 2016]
57	Гидроксикоричная кислота	Синапиновая кислота	C ₁₁ H ₁₂ O ₃	224.21		225	179; 153; 133; 115	<i>Vaccinium macrocarpon</i> [Abeywickrama et al., 2016]; <i>Triticum</i> [Sharma et al., 2016]; Rice [Chen et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
58	Гидроксикоричная кислота	Кофеилмалеваая кислота	C ₁₃ H ₁₂ O ₈	296.2296	295		133; 179; 148; 119; 115	Strawberry [Spinola et al., 2015]
59	Гидроксикоричная кислота	Кутаровая кислота	C ₁₃ H ₁₂ O ₈	296.2296	295		163; 119	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
60	Гидроксикоричная кислота	Кафтаровая кислота	C ₁₃ H ₁₂ O ₉	312.23	311		149; 221; 131	<i>Cichorium</i> [Carazzone et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; Schoedl et al., 2011]; <i>Mentha</i> [Cirlini et al., 2016]
61	Гидроксикоричная кислота	Фертариновая кислота	C ₁₄ H ₁₄ O ₉	326.2556	325		193; 149; 134	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020];
62	Гидроксикоричная кислота	Гексозид <i>p</i> -кумаровой кислоты	C ₁₅ H ₁₈ O ₈	326.2986	325		193; 163; 119	<i>Vaccinium macrocarpon</i> [Rafsanjany et al., 2015]; Lemon, strawberry [Spinola et al., 2015]; <i>G. linguiforme</i> [Hamed et al., 2020]
63	Гидроксикоричная кислота	1-Кофеил-бета-D-глюкоза	C ₁₅ H ₁₈ O ₉	342.298	341		179; 161; 135	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Passiflora incarnata</i> [Ozarowski et al., 2018]
64	Гидроксикоричная кислота	5- <i>O</i> -(4- <i>O</i> - <i>p</i> -кумарил глюкозил) хинная кислота	C ₂₂ H ₂₈ O ₁₃	500.4499		501	339; 277; 203	<i>Lonicera henryi</i> [Jaiswal et al., 2014]
65	Гидроксикоричная кислота	<i>n</i> -кумарилкофеил-хиновая кислота	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₁	500.4515		501	355; 483; 281; 225; 193; 181	Pear [Sun et al., 2019]
66	Гидроксикоричная кислота	Производное кумаровой кислоты	C ₃₀ H ₃₀ O ₇	502.5550		503	457; 411; 391; 367; 382; 339; 293	Passion fruits [Spinola et al., 2015]
67	Гидроксibenзойная кислота	Галловая кислота	C ₇ H ₆ O ₅	170.1195		171	126	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2013]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [Abeywickrama et al., 2016]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
68	Гидроксibenзойная кислота	Эллаговая кислота	C ₁₄ H ₆ O ₈	302.1926		303	172; 158; 144; 127; 116	strawberry [Seeram et al., 2006; Sun et al., 2014]; <i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
69	Гидроксibenзойная кислота	Сальвианоловая кислота F	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314.2895		315	269; 243; 213; 207; 185; 181; 153; 144	<i>Mentha</i> [Cirlini et al., 2016]
70	3,4-дигидрокси-бензойная кислота	Дигидроксибензоил-гексозид	C ₁₃ H ₁₆ O ₉	316.2607	315		153; 253; 284	<i>Passiflora incarnata</i> [Ozarowski et al., 2018]
71	Гидроксibenзойная кислота	Сальвианоловая кислота G	C ₁₈ H ₁₂ O ₇	340.2837		341	323; 295; 255; 195; 159	<i>Mentha</i> [Xu et al., 2017]; <i>Salvia miltiorrhiza</i> [Jiang et al., 2005]
72	Гидроксibenзойная кислота	Сальвианоловая кислота D	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₀	418.3509	417		373; 329; 287; 209	<i>Mentha</i> [Cirlini et al., 2016; Chen et al., 2017]
73	Гидроксibenзойная кислота	Гексоза диметиэллаговой кислоты	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₃	492.3864		493	331; 299; 270; 242; 179; 150	Strawberry [Sun et al., 2014]
<i>Другие соединения</i>								
74	2-гидрокси-карбоновая кислота	Яблочная кислота	C ₄ H ₆ O ₅	134.0874	133		115	Pinus [Wang et al., 2015]; Strawberry, Cherimoya, Papaya [Spinola et al., 2015]; <i>Mentha</i> [Cirlini et al., 2016]; Red wines [Ivanova-Petropulos et al., 2018]
75	Дикарбоновая кислота	Винная кислота	C ₄ H ₆ O ₆	150.09	149		131	Pinus [Wang et al., 2015]; Red wines [Ivanova-Petropulos et al., 2018]
76	Ауксин	Индола-3-карбоновая кислота	C ₁₀ H ₉ NO ₂	175.1840		176	130	Beer [Quifer-Rada et al., 2015]
77	Трехосновная карбоновая кислота	Лимонная кислота	C ₆ H ₈ O ₇	192.1235	191		111; 173; 143; 127	Pinus [Wang et al., 2015]; Strawberry, Lemon, Cherimoya, Papaya, Passion fruit [Spinola et al., 2015]; <i>Mentha</i> [Marzouk et al., 2018]; strawberry [Sun et al., 2014]

1	2	3	4	5	6	7	8	9
78	Полигидроксикарбоновая кислота	Хинная кислота	C ₇ H ₁₂ O ₆	192.1666	191		111; 173	<i>C. edulis</i> [Hamed et al., 2020]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Mentha</i> [Marzouk et al., 2018; Cirlini et al., 2013]
79	Пропионовая кислота	Дигидроферуловая кислота	C ₁₀ H ₁₂ O ₄	196.1999	195		159; 129; 122; 113	Coffee [Lang et al., 2013]; Farrell et al., 2011; <i>A. cordifolia</i> [Hamed et al., 2020]
80	Галлатовый эфир	Этил галлат	C ₉ H ₁₀ O ₅	198.1727	197		169; 125	<i>Rhodiola crenulata</i> [Han et al., 2016]
81	Аминокислота	Триптофан	C ₁₁ H ₁₂ N ₂ O ₂	204.2252		205	188; 146; 170; 118	Strawberry [Sun et al., 2014]; <i>Passiflora incarnata</i> [Ozarowski et al., 2018]
82	Карбоновая кислота	Миристиоловая кислота	C ₁₄ H ₂₆ O ₂	226.3550		227	209; 199; 181; 155; 127	<i>F. glaucescens</i> [Hamed et al., 2020]
83	Омега-3 кислота	Линоленовая кислота	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	278.4296		279	260; 176; 120	<i>Salviae</i> (Yang et al., 2015); rice [Chen et al., 2013]
84	Насыщенная длинноцепочечная жирная кислота	9-оксо-10E,12Z-октадекановая кислота	C ₁₈ H ₃₀ O ₃	294.4290		295	249; 220; 165; 125	<i>Salviae Miltiorrhizae</i> [Yang et al., 2015]; <i>A. cordifolia</i> [Hamed et al., 2020]
85	Фенольный гликозид	Гексозид протокатеховой кислоты	C ₁₃ H ₁₆ O ₉	316.2607	315		153; 151; 298	papaya [Spinola et al., 2015]; strawberry [Alvares-Fernandez et al., 2015]; Tomato [Vallverdu-Queralt et al., 2011]
86	Галлатовый эфир	Галлоил глюкоза	C ₁₃ H ₁₆ O ₁₀	332.2601	331		313; 195; 166	Strawberry [Sun et al., 2014]
87	Гексозид галловой кислоты	Гексозид галловой кислоты	C ₁₃ H ₁₆ O ₁₀	332.2601	331		271; 169; 125	Vine leaves [Piccolella et al., 2019]
88	Берберин алкалоид	Пальматин	C ₂₁ H ₂₂ NO ₄	352.4037		353	335; 317; 235; 137	Ocotea [Cassiano et al., 2019]; Yang et al., 2017
89	Амино сахар	Гексоза-гексоза-N-ацетил	C ₁₄ H ₂₅ NO ₁₀	367.3490	366		186; 142	<i>Triticum aestivum</i> L. [Levandi et al., 2014]
90	Стерол	Фукостерол	C ₂₉ H ₄₈ O	412.6908		413	395; 355; 297; 271; 199; 268; 194; 119	<i>F. pottsii</i> [Hamed et al., 2020]
91	Стерол	Стигмастерол	C ₂₉ H ₄₈ O	412.6908		413	301; 259; 189; 171	<i>Hedyotis diffusa</i> [Chen et al., 2018]; <i>Salvia</i> [Bakir et al., 2020]; <i>A. cordifolia</i> ; <i>F. pottsii</i> [Hamed et al., 2020]
92	Дигидрохалкон	Флоризин	C ₂₁ H ₂₄ O ₁₀	436.4093		437	397; 377; 217	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Malus toringoides</i> [Fan et al., 2020]; <i>A. cordifolia</i> [Hamed et al., 2020]
93	Тритерпен	Олеаноловая кислота	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	456.7003		457	439; 411; 365; 364; 337; 309; 293; 248; 205	Pear [Sun et al., 2019]; <i>Ocimum</i> [Pandey et al., 2016]
94	Тритерпен	Урсоловая кислота	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	456.7003		457	411; 393; 365; 337; 279; 247; 219; 205	<i>Ocimum</i> [Pandey et al., 2016]; <i>Hedyotis diffusa</i> [Chen et al., 2018]; Pear [Sun et al., 2019]; <i>Mentha</i> [Xu et al., 2017]

Исследования, проведенные с помощью тандемной масс-спектрометрии, показали присутствие 94 целевых аналитов, соответствующих виду *V. amurensis*, причем сальвианоловые кислоты F, D и G, олеаноловая, урсоловая, миристиоловая кислоты, берберин, мearнсетин, эскулин, невадензин, стигмастерол, фукостерол, флоризин, L-триптофан идентифицированы впервые в *V. amurensis*.

Идентификация соединений (значения *m/z* и фрагментированные ионы) производилась путем сравнения полученных экспериментальных данных с известными научными результатами или масс-спектрометрическими библиотеками. В экстрактах были выявлены антоцианы: мальвидин 3-*O*-глюкозид, пеларгонидин 3-*O*-глюкозид, пеонидин 3-*O*-глюкозид, цианидин 3,5-дигексозид, цианидин 3,5-диглюкозид, пеонидин 3,5-диглюкозид, мальвидин 3-(6-*O*-кумароил)-глюкозид, петунидин 3,5-диглюкозид, мальвидин 3-(6'-*n*-кофеил глюкозид), мальвидин 3,5-диглюкозид. Полученные масс-спектрометрические данные коррелируют с научными источниками [16, 21, 29, 38, 48, 53]. Идентифицирована обширная группа флавоноидов: Флаванолы кемпфе-

рол, аромадендрин, кемпферид, кверцетин, дигидрокверцетин, кемпферол-3-*O*-галактозид, кверцетин 3-*O*-галактозид, таксифолин-3-*O*-глюкозид, кверцетин-3-*O*-глюкуронид, изорамнетин 3-*O*-грамнозид, изорамнетин 3-*O*-глюкозид, мирицетин-3-*O*-галактозид, кемпферол 3,7-ди-*O*-глюкозид [17, 21, 31, 35, 40, 43, 55, 57, 60, etc]; Флавоны: апигенин, лютеолин, невадензин, апигенин 7-*O*-глюкозид, изовитексин 6"-*O*-деоксигексозид, витексин 2"-*O*-глюкозид, апигенин 6-С-[6"-ацетил-2"-*O*-деоксигексозид]-глюкозид [21, 26, 33, 34, 35, 47, 49, 54, 56]; Флаваноны: нарингенин, гесперидин, эридиктиол 7-*O*-глюкозид [21, 32, 42, 49, 51]; Флаван-3-олы: катехин, эпикатехин, катехин галлат [18, 21, 25, 36, 44, 49].

Также были идентифицированы гликозилированные кумарины: умбеллиферон, эскулин, фраксин, фраксетин 7-*O*-бета-глюкуронид, алкалоид пальматин, стильбены полидатин и транс-ресвератрол, стеролы: фукостерол, стигмастерол, дигидрохалкон флоризин.

Отдельно необходимо отметить, что такие соединения, как кумарины умбеллиферон, фраксин и эскулин, флавоны невадензин, флаван-3-ол эпика-

техин, стерол фукостерол, флаванол таксифолин 3-*O*-глюкозид были идентифицированы с помощью масс-спектрометрического исследования только в островных образцах дикого винограда *V. amurensis* (острова Пахтусова и остров Рикорда, залив Петра Великого, Японское море).

Выводы

Виноград амурский *V. amurensis* Ruprecht содержит большое количество полифенольных комплексов, являющихся биологически активными соединениями. В данной работе авторы впервые попытались провести сравнительное метаболомное исследование целевых аналитов дикого винограда *V. amurensis*, полученного из пяти различных мест Приморского и Хабаровского краёв. Для идентификации целевых аналитов в экстрактах использована высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) в комплексе с ионной ловушкой BRUKER DALTONIKS (тандемная масс-спектрометрия). Результаты показали присутствие 94 биологически активных соединений, соответствующих виду *V. amurensis*, причем сальвианоловые кислоты F, D и G, олеаноловая, урсоловая, миристиоловая кислоты, берберицинин, мearнсетин, эскулин, неваденсин, стигмастерол, фукостерол, флоризин, триптофан идентифицированы впервые в *V. amurensis*.

Полученные данные могут быть полезны в будущих исследованиях по производству различных БАД-продуктов, содержащих экстракты *V. amurensis*. Большое разнообразие биологически активных полифенольных соединений открывает богатые возможности для создания новых лекарственных препаратов и биологически активных добавок на основе экстрактов из данного семейства виноградных (*Vitaceae*).

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Ампеелография СССР. М.: Пищепромиздат. 1946:1-494.
2. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. Ленинград: Наука. 1987:1-440.
3. Berry E.W. Lower Cretaceous. Baltimore, Maryland Geological Survey. 1911.
4. Berry E.W. Upper Cretaceous floras of the World. Text and atlas. Baltimore, Maryland Geological Survey. 1917.
5. Криштофович А.Н. Палеонтологическая история винограда // Ботанический журнал СССР. 1938;23(5-6):365-375.
6. Криштофович А.Н. Сарматская флора реки Крынки // Труды Геологоразведочного института. 1939;98:5.
7. Криштофович А.Н., Борсук М.И. Миоценовые растения с реки Иртыша близ г. Тары в Западной Сибири // Проблемы палеонтологии. 1939;5:375-396.
8. Hegi G. Vitaceae (Ampelidaceae) Rebengewachse. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Munchen. 1925;5(1):350-426.
9. Мичурин И.В. Итоги полувековых работ по выведению новых сортов плодовых растений. Т. I-II, М.: Новая деревня, 1929-1932.
10. Мичурин И.В. Новые выносливые сорта особо рано созревающего винограда, годные для культуры в средней полосе России и некоторых частях Сибири. Вестник садоводства, плодоводства и огородничества. СПб, 1907;4-5.
11. Спрыгин В.Г., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е. Антирадикальная активность извлечений из дальневосточных растений, содержащих олигомерный проантоцианидиновый комплекс // Бюлл. физиол. и патол. дыхания. 2002;11:1-10.
12. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. М.: 2018;1-3.
13. Chen W., Gong L., Guo Z., Wang W., Zhang H., Liu X., Yu S., Xiong L., Luo J. A. Novel Integrated Method for Large-Scale Detection, Identification, and Quantification of Widely Targeted Metabolites: Application in the Study of Rice Metabolomics. Molecular Plant. 2013;6(6):1769-1780. doi:10.1093/mp/sst080.
14. Chen X., Zhang S., Xuan Z., Ge D., Chen X., Zhang J., Wang Q., Wu Y., Liu B. The Phenolic Fraction of Mentha haplocalyx and Its Constituent Linarin Ameliorate Inflammatory Response through Inactivation of NF-κB and MAPKs in Lipopolysaccharide-Induced RAW264.7 Cells. Molecules. 2017;22:811. doi:10.3390/molecules22050811.
15. Cirlini M., Mena P., Tassotti M., Herrlinger K. A., Nieman K. M., Dall'Asta C., Del Rio D. Phenolic and volatile composition of a dry spearmint (*Mentha spicata* L.). Molecules. 2016;21:1007. doi:10.3390/molecules21081007.
16. Da Silva L.P., Pereira E., Pires T.C.S.P., Alves M.J., Pereira O.R., Barros L., Ferreira I.C.F.R. Rubus ulmifolius Schott fruits: A detailed study of its nutritional, chemical and bioactive properties. Food Res. Int. 2019;119:34-43. doi:10.1016/j.foodres.2019.01.52.
17. Daikonya A., Kitanaka S. Constituents isolated from the roots of *Rhodiola sacra* S. H. Fu. Japan. J Food Chem Safety. 2011;18(3):183-190. Doi:10.18891/jjfc.18.3_183.
18. De Rosso M., Tonidandel L., Larcher R., Nicolini G., Dalla Vedova A., De Marchi F., Gardiman M., Giust M., Flamini R. Identification of new flavonols in hybrid grapes by combined liquid chromatography - mass spectrometry approaches. Food Chem. 2014;163:244-250. doi:10.1016/j.foodchem.2014.04.110.
19. Fu C., Yu P., Wang M., Qiu F. Phytochemical analysis and geographic assessment of flavonoids, coumarins and sesquiterpenes in *Artemisia annua* L. based on HPLC-DAD quantification and LC-ESI-QTOF-MS/MS confirmation. Food Chem. 2020;312: 126070. Doi:10.1016/j.foodchem.2019.126070.
20. Garg M., Chawla M., Chunduri, V., Kumar R., Sharma S., Sharma N.K., Kaur N., Kumar A., Munday J.K., Saini M.K., Singh S.P. Transfer of grain colors to elite wheat cultivars and their characterization. J. Cereal Sci. 2016;71:138-144. Doi:10.1016/j.jcs.2016.08.004.
21. Goufo P., Singh R.K., Cortez I. Phytochemical A Reference List of Phenolic Compounds (Including Stilbenes) in Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Roots, Woods, Canes, Stems, and Leaves. Antioxidants. 2020;9:398. Doi: 10.3390/antiox9050398
22. Hamed A.R., El-Hawary S.S., Ibrahim R.M., Abdelmohsen U.R., El-Halawany A.M. Identification of Chemopreventive Components from Halophytes Belonging to Aizoaceae and Cactaceae Through LC/MS—Bioassay Guided Approach. J. Chrom. Sci. 2020;0:1-9. Doi:0.1093/chrmsci/bmaa112.
23. Han F., Li Y., Ma L., Liu T., Wu Y., Hu R., Song A., Yin R. A rapid and sensitive UHPLC-FT-ICR MS/MS method for identification of chemical constituents in *Rhodiola crenulata* extract, rat plasma and rat brain after oral administration. Talanta. 2016;160:183-193. Doi:10.1016/j.

- talanta.2016.07.014.
24. Ivanova-Petropulos V.; Naceva Z.; Sandor V.; Makszin L.; Deutsch-Nagy L.; Berkics B.; Stafilov T.; Kilar F. Fast determination of lactic, succinic, malic, tartaric, shikimic, and citric acids in red Vranec wines by CZE-ESI-QTOF-MS. Electrophoresis. 2018;39:1597-1605. Doi: 10.1002/elps.201700492.
 25. Jaiswal R.; Jayasinghe L.; Kuhnert N. Identification and characterization of proanthocyanidins of 16 members of the Rhododendron genus (Ericaceae) by tandem LC-MS. J. Mass Spectrom. 2012;47:502-515. Doi: 10.1002/jms.2954.
 26. Jaiswal R.; Muller H.; Muller A.; Karar M.G.E.; Kuhnert N. Identification and characterization of chlorogenic acids, chlorogenic acid glycosides and flavonoids from *Lonicera henryi* L. (Caprifoliaceae) leaves by LC-MSn. Phytochem. 2014;108:252-263. Doi:10.1016/j.phytochem.2014.08.023.
 27. Jiang R.-W., Lau K.-M., Hon P.-M., Mak T.C.W., Woo K.-S., Fung K.-P. Chemistry and Biological Activities of Caffeic Acid Derivatives from *Salvia miltiorrhiza*. Current Med. Chem. 2005;12:237-246. Doi:10.2174/0929867053363397.
 28. Kim S., Oh S., Noh H.B., Ji S., Lee S.H., Koo J.M., Choi C.W., Jhun H.P. In Vitro Antioxidant and Anti-Propionibacterium acnes Activities of Cold Water, Hot Water, and Methanol Extracts, and Their Respective Ethyl Acetate Fractions, from *Sanguisorba officinalis* L. Roots. Molecules. 2018;23:3001. Doi:10.3390/molecules23113001.
 29. Lago-Vanzela E.S., Da-Silva R., Gomes E., Garcia-Romero E., Hermosin-Gutierrez E. Phenolic Composition of the Edible Parts (Flesh and Skin) of Bordô Grape (*Vitis labrusca*) Using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. Agric. Food Chem. 2011;59:13136-13146. Doi:10.1021/jf203679n
 30. Le Gall G., DuPont M.S., Mellon F.A., Davis A.L., Collins G.J., Verhoeven M.E., Colquhoun I.J. Characterization and Content of Flavonoid Glycosides in Genetically Modified Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Fruits. J. Agricult. Food Chem. 2003;51:2438-2446. Doi:10.1021/jf025995e.
 31. Lee T.H., Hsu C.C., Hsiao G., Fang J.Y., Liu W.M., Lee C.K. Anti-MMP-2 activity and skin-penetrating capability of the chemical constituents from *Rhodiola rosea*. Planta Med. 2016;82(8):698-704. Doi:10.1055/s-0042-101033.
 32. Li X., Tian T. Phytochemical Characterization of *Mentha spicata* L. Under Differential Dried-Conditions and Associated Nephrotoxicity Screening of Main Compound with Organ-on-a-Chip. Frontiers in Pharm. 2018;9:1067. Doi:10.3389/fphar.2018.01067.
 33. Marzouk M.M., Hussein S.R., Elkhateeb A., El-shabrawy M., Abdel-Hameed E.-S. S., Kawashty S.A. Comparative study of *Mentha* species growing wild in Egypt: LC-ESI-MS analysis and chemosystematic significance. J. Applied Pharm. Sci. 2018;8(08):116-122. Doi:10.7324/JAPS.2018.8816.
 34. Ozarowski M., Piasecka A., Paszal-Jaworska A., Siqueira de A. Chaves D., Romaniuk A., Rybczynska M., Grzyszczyńska A., Sawikowska A., Kachlicki P., Mikolajczak P.L., Seremak-Mrozikiewicz A. Comparison of bioactive compounds content in leaf extracts of *Passiflora incarnata*, *P. caerulea* and *P. alata* and in vitro cytotoxic potential on leukemia cell lines. Braz. J. Pharmacol. 2018;28:179-191. Doi:10.1016/j.bjpp.2018.01.006.
 35. Pandey R., Kumar B. HPLC-QTOF-MS/MS-based rapid screening of phenolics and triterpenic acids in leaf extracts of *Ocimum* species and their interspecies variation. J. Liquid Chromatogr. & Related Technol. 2016;39:225-238. Doi:10.1080/10826076.2016.1148048.
 36. Paudel L., Wyzgovski F.J., Scheerens J.C., Chanon A.M., Reese R.N., Smiljanic D., Wedemiotis C., Blakeslee J.J., Riedl K.M., Rinaldi P.L. Nonanthocyanin Secondary Metabolites of Black Raspberry (*Rubus occidentalis* L.) Fruits: Identification by HPLC-DAD, NMR, HPLC-ESI-MS, and ESI-MS/MS Analyses. J. Agricult. Food. Chem. 2013;61:12032-12043. Doi:10.1021/jf4039953.
 37. Petsalo A., Jalonen J., Tolonen A. Identification of flavonoids of *Rhodiola rosea* by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. J Chromatogr. A. 2006;1112(1-2):224-231. Doi:10.1016/j.chroma.2005.11.056.
 38. Pradhan P.C., Saha S. Anthocyanin profiling of *Berberis lycium* Royle berry and its bioactivity evaluation for its nutraceutical potential. J Food Sci. Technol. 2016;53(2):1205-1213. Doi:10.1008/s13197-015-2117-4.
 39. Quifer-Rada P., Vallverdu-Queralt A., Martinez-Huelamo M., Chiva-Blanch G., Jauregui O., Estruch R., Lamuela-Raventos R. A comprehensive characterization of beer polyphenols by high resolution mass spectrometry (LC-ESI-LTQ-Orbitrap-MS). Food Chem. 2015;169:336-343. Doi:10.1016/j.foodchem.2014.07.154.
 40. Razgonova M.P., Zakharenko A.M., Grudev V., Ercisli S., Golokhvast K.S. Comparative analysis of the multicomponent composition of Far East Sikhotsky Rhododendron (*Rh. sichotense*) and East Siberian Rhododendron (*Rh. adamsii*) using supercritical CO₂-extraction and HPLC-MS/MS spectrometry. Molecules. 2020;25:3774. Doi:10.3390/molecules25173774.
 41. Santos S.A.O., Freire C.S.R., Domingues M.R.M., Silvestre A.J.D., Neto C.P. Characterization of Phenolic Components in Polar Extracts of *Eucalyptus globulus* Labill. Bark by High-Performance Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. J. Agric. Food Chem. 2011;59:9386-9393. Doi:10.1021/jf201801q.
 42. Santos S.A.O., Vilela C., Freire C.S.R., Neto C.P., Silvestre A.J.D. Ultra-high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry applied to the identification of valuable phenolic compounds from *Eucalyptus* wood. J. Chromatogr. B. 2013;938:65-74. Doi:10.1016/j.jchromb.2013.08.34.
 43. Seukep A.J., Zhang Y.-L., Hu Y.-B., Guo M.-Q. In Vitro Antibacterial and Antiproliferative Potential of *Echinops lanceolatus* Mattf. (Asteraceae) and Identification of Potential Bioactive Compounds. Pharmaceut. 2020;13:59. Doi:10.3390/ph13040059.
 44. Schoedl K., Forneck A., Sulyok M., Schuhmacher R. Optimization, In-House Validation, and Application of a Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LCMS/MS)-Based Method for the Quantification of Selected Polyphenolic Compounds in Leaves of Grapevine (*Vitis vinifera* L.). J. Agric. Food. Chem. 2011;59:10787-10794. Doi:10.1021/jf202753g.
 45. Sharma M., Sandhir R., Singh A., Kumar P., Mishra A., Jachak S., Singh S.P., Singh J., Roy J. Comparison analysis of phenolic compound characterization and their biosynthesis genes between two diverse bread wheat (*Triticum aestivum*) varieties differing for chapatti (unleavened flat bread) quality. Front. Plant. Sci. 2016;7:1870. Doi:10.3389/fpls.2016.01870.
 46. Spinola V., Pinto J., Castilho P.C. Identification and quantification of phenolic compounds of selected fruits from Madeira Island by HPLC-DAD-ESI-MSn and screening for their antioxidant activity. Food Chemistry. 2015;173:14-30. Doi:10.1016/j.foodchem.2014.09.163.
 47. Suarez M., Macia A., Romero M.-P., Motiva M.-J. Improved liquid chromatography tandem mass spectrometry method for the determination of phenolic compounds in virgin olive oil. J. Chromatogr. A. 2008;1214:90-99. Doi:10.1016/j.chroma.2008.10.098.
 48. Sun J., Liu X., Yang T., Slovin J., Chen P. Profiling polyphenols of two diploid strawberry (*Fragaria vesca*) inbred

- lines using UHPLC-HRMSn. *Food Chem.*, 2014;146:289-298. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.089>.
49. Sun J., Liang F., Bin Y., Li P., Duan C. Screening Non-colored Phenolics in Red Wines using Liquid Chromatography/Ultraviolet and Mass Spectrometry/Mass Spectrometry Libraries. *Molecules*. 2007;12:679-693. Doi:10.3390/12030679.
 50. Sun L., Tao S., Zhang S. Characterization and Quantification of Polyphenols and Triterpenoids in Thinned Young Fruits of Ten Pear Varieties by UPLC-Q TRAP-MS/MS. *Molecules*. 2019;24:159. Doi:10.3390/molecules24010159.
 51. Vallverdu-Queralt A., Jauregui O., Medina-Remon A., Lamuela-Raventos, R.M. Evaluation of a Method to Characterize the Phenolic Profile of Organic and Conventional Tomatoes. *Agricult. Food Chem.* 2012;60:3373-3380. Doi:10.1021/jf204702f.
 52. Voskoboinikova I.V., Tjukavkina N.A., Geodakyan S.V., Kolesnik Y.A., Kolhir V.K., Zjuzin V.A., Sokolov S.J. Experimental pharmacokinetics of biologically active plant phenolic compounds III. Pharmacokinetics of dihydroquercetin. *Phytotherapy Res.* 1993;7:208-210. Doi:10.1002/ptr.2650070225.
 53. Wang H., Race E.J., Shrikhande A.J. Characterization of Anthocyanins in Grape Juices by Ion Trap Liquid Chromatography–Mass Spectrometry. *Agric. Food Chem.* 2003;51:1839-1844. Doi:10.1021/jf0260747.
 54. Wojakowska A., Perkowski J., Goral T., Stobiecki M. Structural characterization of flavonoid glycosides from leaves of wheat (*Triticum aestivum* L.) using LC/MS/MS profiling of the target compounds. *J. Mass. Spectrom.* 2013;48:329-339. Doi:10.1002/jms.3160.
 55. Xiao J., Wang T., Li P., Liu R., Li Q., Bi K. Development of two step liquid–liquid extraction tandem UHPLC–MS/MS method for the simultaneous determination of Ginkgo flavonoids, terpenoid lactones and nimodipine in rat plasma: Application to the pharmacokinetic study of the combination of Ginkgo biloba dispersible tablets and Nimodipine tablets. *J. Chromatogr. B.* 2016;1028:33-41. Doi:10.1016/j.jchromb.2016.06.005.
 56. Xu L.-L., Xu J.-J., Zhong K.-R., Shang Z.-P., Wang F., Wang R.-F., Zhang, L., Zhang J.-Y., Liu B. Analysis of non-volatile chemical constituents of *Menthae Haplocalycis herba* by ultra-high performance liquid chromatography - high resolution mass spectrometry. *Molecules*. 2017;22:1756. Doi:10.3390/molecules22101756.
 57. Xu X., Yang B., Wang D., Zhu Y., Miao X., Yang W. The Chemical Composition of Brazilian Green Propolis and Its Protective Effects on Mouse Aortic Endothelial Cells against Inflammatory Injury. *Molecules*. 2020;25:4612. Doi:10.3390/molecules25204612.
 58. Yang L., Meng X., Yu X., Kuang H. Simultaneous determination of anemoseide B4, phellodendrine, berberine, palmatine, obakunone, esculetin, esculetin in rat plasma by UPLC–ESI–MS/MS and its application to a comparative pharmacokinetic study in normal and ulcerative colitis rats. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2017;134:43-52. Doi:10.106/j.jpba.2016.11.021.
 59. Yasuda T., Fukui M., Nakazawa T., Hoshikawa A., Ohsawa K. Metabolic Fate of Fraxin Administered Orally to Rats. *J. Nat. Prod.* 2006;69:755-757. Doi:10.1021/np0580412.
 60. Zhang W.-H., Chao I.-Ch., Hu D.-J., Shakerian F. Comparison of Antioxidant Activity and Main Active Compounds Among Different Parts of *Alpinia officinarum* Hance Using High-Performance Thin Layer Chromatography–Bioautography. *J. AOAC Int.* 2019;102(3):726-733. Doi:10.5740/jaoacint.18-0307.
- ## References
1. Ampelography of the USSR. M.: Pishchepromizdat. 1946:1-494 (*in Russian*).
 2. Vavilov N.I. Origin and geography of cultivated plants. Leningrad: Science. 1987:1-440 (*in Russian*).
 3. Berry E.W. Lower Cretaceous. Baltimore, Maryland Geological Survey. 1911.
 4. Berry E.W. Upper Cretaceous floras of the World. Text and atlas. Baltimore, Maryland Geological Survey. 1917.
 5. Krishtofovych A.N. Paleontological history of grapes. *Botanical journal of the USSR*. 1938;23(5-6):365-375 (*in Russian*).
 6. Krishtofovych A.N. Sarmatian flora of the Krynka river. Proceedings of the Geological Prospecting Institute. 1939;98:5 (*in Russian*).
 7. Krishtofovych A.N., Borsuk M.I. Miocene plants from the Irtysh River near the city of Tara in Western Siberia. *Problems of paleontology*. 1939;5:375-396 (*in Russian*).
 8. Hegi G. Vitaceae (Ampelidaceae) Rebengewachse. *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. Munchen. 1925;5(1):350-426.
 9. Michurin I.V. The results of half a century of work on the development of new varieties of fruit plants. Vol. I-II, M.: Novaya derevnya, 1929-1932 (*in Russian*).
 10. Michurin I.V. New hardy varieties of especially early ripening grapes, suitable for cultivation in central Russia and some parts of Siberia. *Bulletin of gardening, fruit growing and horticulture*. SPB, 1907;4-5 (*in Russian*).
 11. Sprygin V.G., Kushnerova N.F., Fomenko S.E. Antiradical activity of extracts from Far Eastern plants containing oligomeric proanthocyanidin complex. *Bulletin of physiology and pathological respiration*. 2002;11:1-10 (*in Russian*).
 12. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV edition. M.: 2018;1-3 (*in Russian*).
 13. Chen W., Gong L., Guo Z., Wang W., Zhang H., Liu X., Yu S., Xiong L., Luo J. A. Novel Integrated Method for Large-Scale Detection, Identification, and Quantification of Widely Targeted Metabolites: Application in the Study of Rice Metabolomics. *Molecular Plant*. 2013;6(6):1769-1780. doi:10.1093/mp/ss080.
 14. Chen X., Zhang S., Xuan Z., Ge D., Chen X., Zhang J., Wang Q., Wu Y., Liu B. The Phenolic Fraction of *Mentha haplocalyx* and Its Constituent Linarin Ameliorate Inflammatory Response through Inactivation of NF- κ B and MAPKs in Lipopolysaccharide-Induced RAW264.7 Cells. *Molecules*. 2017;22:811. doi:10.3390/molecules22050811.
 15. Cirilini M., Mena P., Tassotti M., Herrlinger K. A., Nieman K. M., Dall'Asta C., Del Rio D. Phenolic and volatile composition of a dry spearmint (*Mentha spicata* L.). *Molecules*. 2016;21:1007. doi:10.3390/molecules21081007.
 16. Da Silva L.P., Pereira E., Pires T.C.S.P., Alves M.J., Pereira O.R., Barros L., Ferreira I.C.F.R. *Rubus ulmifolius* Schott fruits: A detailed study of its nutritional, chemical and bioactive properties. *Food Res. Int.* 2019;119:34-43. doi:10.106/j.foodres.2019.01.52.
 17. Daikonya A., Kitanaka S. Constituents isolated from the roots of *Rhodiola sacra* S. H. Fu. *Japan. J Food Chem Safety*. 2011;18(3):183-190. Doi:10.18891/jjfc.18.3_183.
 18. De Rosso M., Tonidandel L., Larcher R., Nicolini G., Dalla Vedova A., De Marchi F., Gardiman M., Giust M., Flamini R. Identification of new flavonols in hybrid grapes by combined liquid chromatography - mass spectrometry approaches. *Food Chem.* 2014;163:244-250. doi:10.106/j.foodchem.2014.04.110.
 19. Fu C., Yu P., Wang M., Qiu F. Phytochemical analysis and geographic assessment of flavonoids, coumarins and sesquiterpenes in *Artemisia annua* L. based on HPLC-DAD

- quantification and LC-ESI-QTOF-MS/MS confirmation. *Food Chem.* 2020;312: 126070. Doi:10.1016/j.foodchem.2019.126070.
20. Garg M., Chawla M., Chunduri, V., Kumar R., Sharma S., Sharma N.K., Kaur N., Kumar A., Munday J.K., Saini M.K., Singh S.P. Transfer of grain colors to elite wheat cultivars and their characterization. *J. Cereal Sci.* 2016;71:138-144. Doi:10.1016/j.jcs.2016.08.004.
 21. Goufo P., Singh R.K., Cortez I. Phytochemical A Reference List of Phenolic Compounds (Including Stilbenes) in Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Roots, Woods, Canes, Stems, and Leaves. *Antioxidants.* 2020;9:398. Doi: 10.3390/antiox9050398
 22. Hamed A.R., El-Hawary S.S., Ibrahim R.M., Abdelmohsen U.R., El-Halawany A.M. Identification of Chemopreventive Components from Halophytes Belonging to Aizoaceae and Cactaceae Through LC/MS—Bioassay Guided Approach. *J. Chrom. Sci.* 2020;0:1-9. Doi:0.1093/chrmsci/bmaa112.
 23. Han F., Li Y., Ma L., Liu T., Wu Y., Hu R., Song A., Yin R. A rapid and sensitive UHPLC-FT-ICR MS/MS method for identification of chemical constituents in *Rhodiola crenulata* extract, rat plasma and rat brain after oral administration. *Talanta.* 2016;160:183-193. Doi:10.1016/j.talanta.2016.07.014.
 24. Ivanova-Petropulos V.; Naceva Z.; Sandor V.; Makszin L.; Deutsch-Nagy L.; Berkics B.; Stafilov T.; Kilar F. Fast determination of lactic, succinic, malic, tartaric, shikimic, and citric acids in red Vranec wines by CZE-ESI-QTOF-MS. *Electrophoresis.* 2018;39:1597-1605. Doi: 10.1002/elps.201700492.
 25. Jaiswal R.; Jayasinghe L.; Kuhnert N. Identification and characterization of proanthocyanidins of 16 members of the *Rhododendron* genus (Ericaceae) by tandem LC-MS. *J. Mass Spectrom.* 2012;47:502-515. Doi: 10.1002/jms.2954.
 26. Jaiswal R.; Muller H.; Muller A.; Karar M.G.E.; Kuhnert N. Identification and characterization of chlorogenic acids, chlorogenic acid glycosides and flavonoids from *Lonicera henryi* L. (Caprifoliaceae) leaves by LC-MSn. *Phytochem.* 2014;108:252-263. Doi:10.1016/j.phytochem.2014.08.023.
 27. Jiang R.-W., Lau K.-M., Hon P.-M., Mak T.C.W., Woo K.-S., Fung K.-P. Chemistry and Biological Activities of Caffeic Acid Derivatives from *Salvia miltiorrhiza*. *Current Med. Chem.* 2005;12:237-246. Doi:10.2174/0929867053363397.
 28. Kim S., Oh S., Noh H.B., Ji S., Lee S.H., Koo J.M., Choi C.W., Jhun H.P. In Vitro Antioxidant and Anti-Propionibacterium acnes Activities of Cold Water, Hot Water, and Methanol Extracts, and Their Respective Ethyl Acetate Fractions, from *Sanguisorba officinalis* L. Roots. *Molecules.* 2018;23:3001. Doi:10.3390/molecules231113001.
 29. Lago-Vanzela E.S., Da-Silva R., Gomes E., Garcia-Romero E., Hermosin-Gutierrez E. Phenolic Composition of the Edible Parts (Flesh and Skin) of Bordô Grape (*Vitis labrusca*) Using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. *Agric. Food Chem.* 2011;59:13136-13146. Doi:10.1021/jf203679n
 30. Le Gall G., DuPont M.S., Mellon F.A., Davis A.L., Collins G.J., Verhoeven M.E., Colquhoun I.J. Characterization and Content of Flavonoid Glycosides in Genetically Modified Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Fruits. *J. Agricult. Food Chem.* 2003;51:2438-2446. Doi:0.1021/jf025995e.
 31. Lee T.H., Hsu C.C., Hsiao G., Fang J.Y., Liu W.M., Lee C.K. Anti-MMP-2 activity and skin-penetrating capability of the chemical constituents from *Rhodiola rosea*. *Planta Med.* 2016;82(8):698-704. Doi:10.1055/s-0042-101033.
 32. Li X., Tian T. Phytochemical Characterization of *Mentha spicata* L. Under Differential Dried-Conditions and Associated Nephrotoxicity Screening of Main Compound with Organ-on-a-Chip. *Frontiers in Pharm.* 2018;9:1067. Doi:10.3389/fphar.2018.01067.
 33. Marzouk M.M., Hussein S.R., Elkhateeb A., El-shabrawy M., Abdel-Hameed E.-S. S., Kawashty S.A. Comparative study of *Mentha* species growing wild in Egypt: LC-ESI-MS analysis and chemosystematic significance. *J. Applied Pharm. Sci.* 2018;8(08):116-122. Doi:10.7324/JAPS.2018.8816.
 34. Ozarowski M., Piasecka A., Paszel-Jaworska A., Siqueira de A. Chaves D., Romaniuk A., Rybczynska M., Gryszczynska A., Sawikowska A., Kachlicki P., Mikolajczak P.L., Seremak-Mrozikiewicz A. Comparison of bioactive compounds content in leaf extracts of *Passiflora incarnata*, *P. caerulea* and *P. alata* and in vitro cytotoxic potential on leukemia cell lines. *Braz. J. Pharmacol.* 2018;28:179-191. Doi:10.1016/j.bjp.2018.01.006.
 35. Pandey R., Kumar B. HPLC-QTOF-MS/MS-based rapid screening of phenolics and triterpenic acids in leaf extracts of *Ocimum* species and their interspecies variation. *J. Liquid Chromatogr. & Related Technol.* 2016;39:225-238. Doi:10.1080/10826076.2016.1148048.
 36. Paudel L., Wyzgovski F.J., Scheerens J.C., Chanon A.M., Reese R.N., Smiljanic D., Wesdemiotis C., Blakeslee J.J., Riedl K.M., Rinaldi P.L. Nonanthocyanin Secondary Metabolites of Black Raspberry (*Rubus occidentalis* L.) Fruits: Identification by HPLC-DAD, NMR, HPLC-ESI-MS, and ESI-MS/MS Analyses. *J. Agricult. Food. Chem.* 2013;61:12032-12043. Doi:10.1021/jf4039953.
 37. Petsalo A., Jalonen J., Tolonen A. Identification of flavonoids of *Rhodiola rosea* by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. A.* 2006;1112(1-2):224-231. Doi:10.1016/j.chroma.2005.11.056.
 38. Pradhan P.C., Saha S. Anthocyanin profiling of *Berberis lycium* Royle berry and its bioactivity evaluation for its nutraceutical potential. *J Food Sci. Technol.* 2016;53(2):1205-1213. Doi:10.1008/s13197-015-2117-4.
 39. Quifer-Rada P., Vallverdu-Queralt A., Martinez-Huelamo M., Chiva-Blanch G., Jauregui O., Estruch R., Lamuela-Raventos R. A comprehensive characterization of beer polyphenols by high resolution mass spectrometry (LC-ESI-LTQ-Orbitrap-MS). *Food Chem.* 2015;169:336-343. Doi:10.1016/j.foodchem.2014.07.154.
 40. Razgonova M.P., Zakharenko A.M., Grudev V., Ercisli S., Golokhvast K.S. Comparative analysis of the multicomponent composition of Far East Sikhotinsky *Rhododendron* (*Rh. sichotense*) and East Siberian *Rhododendron* (*Rh. adamsii*) using supercritical CO₂-extraction and HPLC-MS/MS spectrometry. *Molecules.* 2020;25:3774. Doi:10.3390/molecules25173774.
 41. Santos S.A.O., Freire C.S.R., Domingues M.R.M., Silvestre A.J.D., Neto C.P. Characterization of Phenolic Components in Polar Extracts of *Eucalyptus globulus* Labill. Bark by High-Performance Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 2011;59:9386-9393. Doi:10.1021/jf201801q.
 42. Santos S.A.O., Vilela C., Freire C.S.R., Neto C.P., Silvestre A.J.D. Ultra-high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry applied to the identification of valuable phenolic compounds from *Eucalyptus* wood. *J. Chromatogr. B.* 2013;938:65-74. Doi:10.1016/j.jchromb.2013.08.34.
 43. Seuкеp A.J., Zhang Y.-L., Hu Y.-B., Guo M.-Q. In Vitro Antibacterial and Antiproliferative Potential of *Echinops lanceolatus* Mattf. (Asteraceae) and Identification of Potential Bioactive Compounds. *Pharmaceut.* 2020;13:59. Doi:10.3390/ph13040059.
 44. Schoedl K., Forneck A., Sulyok M., Schuhmacher R. Optimization, In-House Validation, and Application of a

- Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LCMS/MS)-Based Method for the Quantification of Selected Polyphenolic Compounds in Leaves of Grapevine (*Vitis vinifera* L.). *J. Agric. Food. Chem.* 2011;59:10787-10794. Doi:10.1021/jf202753g.
45. Sharma M., Sandhir R., Singh A., Kumar P., Mishra A., Jachak S., Singh S.P., Singh J., Roy J. Comparison analysis of phenolic compound characterization and their biosynthesis genes between two diverse bread wheat (*Triticum aestivum*) varieties differing for chapatti (unleavened flat bread) quality. *Front. Plant. Sci.* 2016;7:1870. Doi:10.3389/fpls.2016.01870.
46. Spinola V., Pinto J., Castilho P.C. Identification and quantification of phenolic compounds of selected fruits from Madeira Island by HPLC-DAD-ESI-MSn and screening for their antioxidant activity. *Food Chemistry.* 2015;173:14-30. Doi:10.1016/j.foodchem.2014.09.163.
47. Suarez M., Macia A., Romero M.-P., Motiva M.-J. Improved liquid chromatography tandem mass spectrometry method for the determination of phenolic compounds in virgin olive oil. *J. Chromatogr. A.* 2008;1214:90-99. Doi:10.1016/j.chroma.2008.10.098.
48. Sun J., Liu X., Yang T., Slovin J., Chen P. Profiling polyphenols of two diploid strawberry (*Fragaria vesca*) inbred lines using UHPLC-HRMSn. *Food Chem.* 2014;146:289-298. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.089>.
49. Sun J., Liang F., Bin Y., Li P., Duan C. Screening Non-colored Phenolics in Red Wines using Liquid Chromatography/Ultraviolet and Mass Spectrometry/Mass Spectrometry Libraries. *Molecules.* 2007;12:679-693. Doi:10.3390/12030679.
50. Sun L., Tao S., Zhang S. Characterization and Quantification of Polyphenols and Triterpenoids in Thinned Young Fruits of Ten Pear Varieties by UPLC-Q TRAP-MS/MS. *Molecules.* 2019;24:159. Doi:10.3390/molecules24010159.
51. Vallverdu-Queralt A., Jauregui O., Medina-Remon A., Lamuela-Raventos, R.M. Evaluation of a Method to Characterize the Phenolic Profile of Organic and Conventional Tomatoes. *Agricult. Food Chem.* 2012;60:3373-3380. Doi:10.1021/jf204702f.
52. Voskoboinikova I.V., Tjukavkina N.A., Geodakyan S.V., Kolesnik Y.A., Kolhir V.K., Zjuzin V.A., Sokolov S.J. Experimental pharmacokinetics of biologically active plant phenolic compounds III. Pharmacokinetics of dihydroquercetin. *Phytotherapy Res.* 1993;7:208-210. Doi:10.1002/ptr.2650070225.
53. Wang H., Race E.J., Shrikhande A.J. Characterization of Anthocyanins in Grape Juices by Ion Trap Liquid Chromatography–Mass Spectrometry. *Agric. Food Chem.* 2003;51:1839-1844. Doi:10.1021/jf0260747.
54. Wojakowska A., Perkowski J., Goral T., Stobiecki M. Structural characterization of flavonoid glycosides from leaves of wheat (*Triticum aestivum* L.) using LC/MS/MS profiling of the target compounds. *J. Mass. Spectrom.* 2013;48:329-339. Doi:10.1002/jms.3160.
55. Xiao J., Wang T., Li P., Liu R., Li Q., Bi K. Development of two step liquid–liquid extraction tandem UHPLC–MS/MS method for the simultaneous determination of Ginkgo flavonoids, terpene lactones and nimodipine in rat plasma: Application to the pharmacokinetic study of the combination of Ginkgo biloba dispersible tablets and Nimodipine tablets. *J. Chromatogr. B.* 2016;1028:33-41. Doi:10.1016/j.jchromb.2016.06.005.
56. Xu L.-L., Xu J.-J., Zhong K.-R., Shang Z.-P., Wang F., Wang R.-F., Zhang L., Zhang J.-Y., Liu B. Analysis of non-volatile chemical constituents of *Menthae Haplocalycis herba* by ultra-high performance liquid chromatography – high resolution mass spectrometry. *Molecules.* 2017;22:1756. Doi:10.3390/molecules22101756.
57. Xu X., Yang B., Wang D., Zhu Y., Miao X., Yang W. The Chemical Composition of Brazilian Green Propolis and Its Protective Effects on Mouse Aortic Endothelial Cells against Inflammatory Injury. *Molecules.* 2020;25:4612. Doi:10.3390/molecules25204612.
58. Yang L., Meng X., Yu X., Kuang H. Simultaneous determination of anemoside B4, phellodendrine, berberine, palmatine, obakunone, esculin, esculetin in rat plasma by UPLC–ESI–MS/MS and its application to a comparative pharmacokinetic study in normal and ulcerative colitis rats. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2017;134:43-52. Doi:10.1016/j.jpba.2016.11.021.
59. Yasuda T., Fukui M., Nakazawa T., Hoshikawa A., Ohsawa K. Metabolic Fate of Fraxin Administered Orally to Rats. *J. Nat. Prod.* 2006;69:755-757. Doi:10.1021/np0580412.
60. Zhang W.-H., Chao I.-Ch., Hu D.-J., Shakerian F. Comparison of Antioxidant Activity and Main Active Compounds Among Different Parts of *Alpinia officinarum* Hance Using High-Performance Thin Layer Chromatography–Bioautography. *J. AOAC Int.* 2019;102(3):726-733. Doi:10.5740/jaoacint.18-0307.

Информация об авторах

Майя Петровна Разгонова, канд. техн. наук, ВРИО директора Дальневосточной опытной станции Филиала ВИР; e-мэйл: m.razgonova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9732-1649>;

Андрей Шамильевич Сабитов, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник Дальневосточной опытной станции Филиала ВИР; e-мэйл: andrsabitov@rambler.ru;

Елена Викторовна Перминова, ведущий специалист Дальневосточной опытной станции Филиала ВИР; e-мэйл: elenaperminova@inbox.ru;

Наталья Михайловна Михайлова, ведущий специалист Дальневосточной опытной станции Филиала ВИР; e-мэйл: nataruh@list.ru;

Кирилл Сергеевич Голохваст, д-р биол. наук, профессор, член-корр. РАН, директор ФГБНУ «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий»; e-мэйл: golokhvast@sfsca.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4873-2281>.

Information about authors

Maya P. Razgonova, Cand. Techn. Sci., Acting Director of the Far East Experimental Station of the VIR Branch; e-mail: m.razgonova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9732-1649>;

Andrey Sh. Sabitov, Cand. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Far East Experimental Station of the VIR Branch; e-mail: andrsabitov@rambler.ru;

Elena V. Perminova, Leading Specialist of the Far East Experimental Station of the VIR Branch; e-mail: elenaperminova@inbox.ru;

Natalya M. Mikhailova, Leading Specialist of the Far East Experimental Station of the VIR Branch; e-mail: nataruh@list.ru;

Kirill S. Golokhvast, Dr. Biol. Sci., Professor, Corresponding Member of the RAS, Director of the Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies; e-mail: golokhvast@sfsca.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4873-2281>.

Статья поступила в редакцию 12.10.2021, одобрена после рецензии 17.11.2021, принята к публикации 19.11.2021 г.