

ISSN 2309-9305
2022•24•3

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 научной работе, гл. науч. сотр. лаборатории 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: Вовкобой 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 РИНЦ, 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., Колесник Д.С.

Переводчик: Баранчук С.А.

Компьютерная верстка: Филимоненков 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 20.09.2022 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: priemnaya@magarach-institut.ru

© ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН», 2022

ISSN 2309-9305

16+

БЕСПЛАТНО

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Агеева Н.М.», д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. научного центра «Виноделие» ФГБУН 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, гл. науч. сотр. лаборатории агротехнологий винограда, ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

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

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

Гержилова 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» ФГБУН СКФНЦСВВ; (Россия)

Долженко В.И.», акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф., руководитель Центра биологической регламентации использования пестицидов ФГБУН 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, ФГБУН 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)

Кишкowsкая 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. лаборатории игристых вин, ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

Михловский Милош.», д-р с.-х. наук, руководитель «Винселект Михловски», 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 ФГБУН «ФНЦПС им. В.М. Горбатова» РАН (Россия)

Остроухова Е.В.», д-р техн. наук, гл. науч. сотр. лаборатории 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 ФГБУН «ФНЦПС им. В.М. Горбатова» РАН (Россия)

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

Паштецкий В.С.», чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук, директор ФГБУН «НИИСХ Крыма» (Россия)

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

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

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

Салимов Вугар.», д-р с.-х. наук, зав. отделом ампеграфии, 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 Л.П.», д-р биол. наук, проф. кафедры виноградарства, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина» (Россия)

Фаила 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, Chief Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection, 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, Laboratory of Grape Agrotechnologies, 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

Volynkin 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, Laboratory of Sparkling Wines, FSBSI Magarach; Russia

Michlovsky Miloch, Dr. Agric. Sci., Head of Vinselekt 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. Gorbатов of the RAS; Russia

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

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

Panasjuk 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. Gorbатов 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

Pashetskii V.S., Dr. Agric. Sci., Corresponding member of the RAS, Director of the FSBSI Research Institute of Agriculture of Crimea (Russia)

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. Agric. 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

Sineoky 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.

СЕЛЕКЦИЯ И
ПИТОМНИКОВОДСТВО _____

Оригинальное исследование

- 202 Прямой органогенез *in vitro* сорта винограда Мердзавани Вагаас для массового размножения и сохранения

Мелян Г.Г., Барсегян А.А., Дангян К.С., Саакян Н.А., Григорян Б.А., Мартиросян Ю.Ц.

Оригинальное исследование

- 206 Мобилизация, пополнение и изучение генофонда винограда на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко

Наумова Л.Г., Ганич В.А.

Оригинальное исследование

- 214 Оценка регенерационной способности образцов винограда (*Vitis vinifera* L.) и красной смородины (*Ribes rubrum* L.) в культуре *in vitro* для создания криоколлекции ВИР

Вержук В.Г., Ерастенкова М.В., Хохленко А.А., Агаханов М.М., Кислин Е.Н., Ухатова Ю.В.

Оригинальное исследование

- 219 Применение регрессионного анализа для изучения влияния происхождения подвоев на совместимость сорто-подвойных комбинаций винограда

Потанин Д.В., Иванова М.И., Иванченко В.И., Замета О.Г.

ВИНОГРАДАРСТВО _____

Оригинальное исследование

- 227 Продуктивность местных сортов винограда Крыма

Полулях А.А., Волынкин В.А., Лиховской В.В.

Оригинальное исследование

- 235 Молекулярно-генетическая и химико-технологическая характеристика сорта винограда Дмитрий

Ильницкая Е.Т., Шелудько О.Н., Макаркина М.В.

Оригинальное исследование

- 242 Оценка состояния почв плодоносящих виноградников Дагестана, находящихся в длительной эксплуатации

Магомедов Г.Г., Магомедова Е.С.

Оригинальное исследование

- 248 Биологическая регламентация применения современного минерального удобрения на винограде в условиях Юго-западного Крыма

Алейникова Н.В., Диденко П.А., Радионовская Я.Э., Белаш С.Ю.

ПЛОДОВОДСТВО _____

Оригинальное исследование

- 254 Подбор элементов адаптивного садоводства в зависимости от климатического потенциала территории

Потанин Д.В., Иванова М.И.

ВИНОДЕЛИЕ _____

Оригинальное исследование

- 263 Актуальные подходы к разработке системы критериев для идентификации вин с географическим статусом

Аникина Н.С., Гержикова В.Г., Жиликова Т.А., Весютова А.В., Олейникова В.А., Ермихина М.В., Рябинина О.В.

Оригинальное исследование

- 269 Игристые вина из селекционных сортов винограда

Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В.

Оригинальное исследование

- 278 Влияние теплообеспеченности виноградников на формирование физико-химических характеристик и качества винограда и вина сорта Кокур белый

Остроухова Е.В., Рыбалко Е.А., Пескова И.В., Баранова Н.В., Левченко С.В., Луткова Н.Ю., Романов А.В., Бойко В.А., Евстафьева О.Ю.

Аналитический обзор

- 286 Обоснование основных направлений разработки энергосберегающей установки для обработки виноматериалов против кристаллических помутнений

Сильвестров А.В., Загоруйко В.А., Чаплыгина Н.Б., Мишунова Л.А., Феодосиди К.Ф.

SELECTION AND NURSERY _____

ORIGINAL RESEARCH

- 202 Direct organogenesis *in vitro* for mass propagation and conservation of grapevine cv. 'Merdzavani Vaghahas'

Melyan G.H., Barsegyan A.H., Dangyan K.S., Sahakyan N.A., Grigoryan B.A., Martirosyan Y.Ts.

ORIGINAL RESEARCH

- 206 Mobilization, replenishment and study of grapevine gene pool in Don Ampelographic Collection named after Ya.I. Potapenko

Naumova L.G., Ganich V.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 214 Evaluation of regenerative capacity of grape (*V. vinifera* L.) and red currant (*R. rubrum* L.) accessions in the culture *in vitro* for the development of VIR cryocollection

Verzhuk V.G., Erastenkova M.V., Khokhlenko A.A., Agakhanov M.M., Kislin E.N., Ukhatova Yu.V.

ORIGINAL RESEARCH

- 219 The use of regression analysis to study the effect of the origin of rootstocks on compatibility of variety-rootstock combinations of grapes

Potanin D.V., Ivanova M.I., Ivanchenko V.I., Zameta O.G.

VITICULTURE _____

ORIGINAL RESEARCH

- 227 Productivity of local grapevine cultivars of Crimea

Polulyakh A.A., Volynkin V.A., V. Likhovskoi V.V.

ORIGINAL RESEARCH

- 235 Molecular-genetic and chemical-technological characteristics of 'Dmitry' grape variety

Il'nitskaya E.T., Sheludko O.N., Makarkina M.V.

ORIGINAL RESEARCH

- 242 The estimation of soil conditions of fruit-bearing vineyards in Dagestan under long-term exploitation

Magomedov G.G., Magomedova E.S.

ORIGINAL RESEARCH

- 248 Biological regulation of the use of modern mineral fertilizers on grapes in the conditions of South-Western Crimea

Aleinikova N.V., Didenko P.A., Radionovskaya Ya.E., Belash S.Yu.

FRUIT GROWING _____

ORIGINAL RESEARCH

- 254 Selection of adaptive gardening elements depending on the climatic potential of the territory

Potanin D.V., Ivanova M.I.

WINEMAKING _____

ORIGINAL RESEARCH

- 263 Current approaches to develop a set of criteria for identifying wines with geographical indication

Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Zhilyakova T.A., Veslyutova A.V., Oleinikova V.A., Ermikhina M.V., Riabinina O.V.

ORIGINAL RESEARCH

- 269 Sparkling wines from selection grape varieties

Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V.

ORIGINAL RESEARCH

- 278 The effect of heat provision of vineyards on the formation of physicochemical characteristics and quality of grapes and wine of 'Kokur Belyi' variety

Ostroukhova E.V., Rybalko E.A., Peskova I.V., Baranova N.V., Levchenko S.V., Lutkova N.Yu., Romanov A.V., Boiko V.A., Evstafyeva O.Yu.

ANALYTICAL REVIEW

- 286 Substantiation of main directions to develop energy-saving installation for processing base wines against crystalline haze

Silvestrov A.V., Zagorouiko V.A., Chaplygina N.B., Mishunova L.A., Feodosidi K.F.

Дорогие читатели!

Конец лета и начало осени для виноградарей и виноделов – всегда пора долгожданная и ответственная, и нынешний сентябрь это подтвердил. Основные события следующие: в «Магараче» состоялись четыре защиты кандидатских диссертаций, мы отметили памятную дату – 210 лет со дня основания нашей исторической колыбели, Никитского ботанического сада - Национального научного центра РАН. Мы чтим имя его основателя – Христиана Стевена, неумолимого исследователя природы Крыма и Кавказа, зарубежного члена нескольких европейских академий наук. Заслуги нескольких поколений ученых центра в развитии территорий Юга России неоспоримы. Мы искренне поздравляем наших коллег с памятной датой!

В Институте «Магарач» состоялась Международная научная конференция «Современные тенденции науки, инновационные технологии в виноградарстве и виноделии», посвященная 180-летию со дня рождения ученого-химика Александра Егоровича Саломона.

Прошедший форум - уже третий по счету, по сути, Институт «Магарач» стал отслеживать все изменения в отрасли с момента принятия закона о виноградарстве и виноделии. Доклады и сообщения приводят нас к пониманию, что стратегическую задачу создания сырьевой базы виноделия можно решить только путем междисциплинарных исследований. Глобальная угроза – изменение климата вызывает необходимость в математических моделях и прогнозах, исследованиях специалистов по климату – от этого зависит сортовая политика. Экономисты, знатоки рынка вина, урбанисты должны предоставить сведения о необходимых площадях виноградников, питомников, определить потребность в строительстве и оснащении заводов по технологическому оборудованию. Уже сегодня есть что сказать специалистам по функциональному питанию, медикам.

Крым вообще может стать моделью для решения поставленной задачи в масштабах страны. Мы можем сослаться на исторически недавний опыт – реализацию призыва партийных органов в 1956-1966 гг. «Превратим Крым в область сплошных садов и виноградников!» Важно не повторить ошибок. Всем известен главный минус этой кампании – с посадочным материалом была завезена филлоксеры. Были и другие просчеты: посадка малопродуктивных в условиях Крыма среднеазиатских сортов, сортосмеси, нехватка перерабатывающих предприятий – в строй ввели лишь завод в Инкермане. Но был построен Северо-Крымский канал, давший жизнь засушливым землям. Кстати, идею переброски вод Днепра в Крым впервые предложил Христиан Стевен.

Конференция предоставила богатую пищу для размышлений всем ее участникам. Эффект подоб-



ных встреч, я уверен, будет еще более значительным при активном участии в них представителей вузов и бизнеса. Все мы от этого выиграем.

Настоящий номер журнала содержит результаты исследований в области почвоведения – изучено состояние почв плодородных виноградников в Дагестане и применение современного минерального удобрения на виноградниках в Юго-западном Крыму. Генетические исследования представлены материалом, содержащим анализ применения регрессионного анализа для изучения влияния генотипа на совместимость сорто-подвойных комбинаций. Также публикуется статья, содержащая молекулярно-генетическую и химико-технологическую характеристику нового сорта винограда Дмитрий и обзор генофонда винограда на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко. Раздел виноградарства содержит также материалы, посвященные исследованиям местных сортов винограда в Крыму и Армении, созданию криоколлекции в культуре *in vitro*, а также системе адаптивного садоводства в зависимости от климатического потенциала территории.

Раздел виноделия представлен рядом актуальных материалов. В частности, рассматриваются подходы к разработке критериев для идентификации вин с географическим статусом; изучена взаимосвязь между теплообеспеченностью виноградника и качеством вина из насаждений аборигенного сорта Кокур белый. Рассмотрены технологические аспекты и характеристики новых сортов винограда как альтернативы для производства игристых вин.

Главный редактор
Владимир Лиховской

Direct organogenesis *in vitro* for mass propagation and conservation of grapevine cv. 'Merdzavani Vaghahas'

Melyan G.H.^{1,2✉}, Barsegyan A.H.¹, Dangyan K.S.¹, Sahakyan N.A.¹, Grigoryan B.A.³, Martirosyan Y.Ts.^{4,5}

¹Scientific Center of Agrobiotechnology, branch of Armenian National Agrarian University (ANAU), 1 Isi le Muline str., 1101 Etchmiadzin, Armenia;

²Institute of Molecular Biology of the NAS, 7 Hasratyan str., 0014 Yerevan, Armenia;

³Scientific Center of Viticulture and Wine-Making, branch of ANAU, 74 Teryan str., Yerevan, Armenia;

⁴All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology of the RAS, 42 Timiryazevskaya str., 127550 Moscow, Russia;

⁵N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics of the RAS, 4 Kosygina str., 119334 Moscow, Russia

✉ gmngmg65@mail.ru

Abstract. An efficient *in vitro* mass propagation and conservation protocol was developed for grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivar 'Merdzavani Vaghahas' through direct organogenesis. Maximum quantity of aseptic cultures was obtained when nodal segments were treated with 70% ethanol for 30 s + 2.0% Ca(ClO)₂ for 15 min. Explants were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with different concentrations and combinations of Benzilaminopurin (BAP), Gibberellic acid (GA₃) and Kinetin (Kin) for multiplying axillary shoots. The maximum number (3.8) of shoot formation and the maximum shoot length with average of 2.7 cm appeared on medium supplemented with 0.5 mg/l BAP + 0.5 mg/l Kin + 0.5 mg/l GA₃. Best rooting responses were obtained on ½ MS medium + 0.8 mg/l IBA (Indole-3-butyric acid) resulting mean value of 8.6 ± 0.5 root number and 14.4 ± 0.6 cm root length. For *in vitro* conservation and storage, two temperature regimes (15°C and 24°C) were used. The plants maintained at 15°C were smaller than those at 24°C. The *in vitro* plants were maintained at 15°C for more than 8 months without subculture. *In vitro* rooted plantlets were hardened successfully using perlite, forest soil and bio humus in 2:1:0 proportions with 88.0% survival. The described method can be successfully used for large-scale propagation and *in vitro* conservation of grapevine cv. 'Merdzavani Vaghahas'.

Key words: grapes; direct organogenesis; tissue culture; micropropagation; acclimatization; *in vitro*.

For citation: Melyan G.H., Barsegyan A.H., Dangyan K.S., Sahakyan N.A., Grigoryan B.A., Martirosyan Y.Ts. Direct organogenesis *in vitro* for mass propagation and conservation of grapevine cv. 'Merdzavani Vaghahas'. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):202-205. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.001.

Прямой органогенез *in vitro* сорта винограда Мердзавани Вагаас для массового размножения и сохранения

Мелян Г.Г.^{1,2✉}, Барсегян А.А.¹, Дангян К.С.¹, Саакян Н.А.¹, Григорян Б.А.³, Мартиросян Ю.Ц.^{4,5}

¹Научный центр агроботехнологии, филиал Национального аграрного университета Армении (НАУА), Армения, 1101, Эчмиадзин, ул. Иси-Ле-Мулино, 1;

²Институт молекулярной биологии (ИМБ) Национальной академии наук Республики Армения (НАН РА), Армения, 0014, Ереван, ул. Асратян, 7;

³Научный центр виноградарства и виноделия, филиал Национального аграрного университета Армении, Армения, Ереван, ул. Теряна, 74;

⁴Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Россия, 117550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 42;

⁵Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Россия, 119991, г. Москва, ул. Косыгина, 4

✉ gmngmg65@mail.ru

Аннотация. Разработан эффективный протокол для массового размножения методом прямого органогенеза и дальнейшего сохранения *in vitro* виноградной лозы (*Vitis vinifera* L.) сорта Мердзавани Вагаас. Максимальное количество асептических культур было получено при обработке узловых сегментов 70%-ным этанолом в течение 30 с + 2,0%-ным Ca(ClO)₂ в течение 15 мин. Для размножения пазушных побегов экспланты культивировали на среде Мурасиге-Скуга (МС) с добавлением различных концентраций и комбинаций бензиламинопурина (БАП), гибберелловой кислоты (ГК₃) и кинетина (Кин). Наибольшее количество (3,8) побегообразования и максимальная длина побегов, в среднем 2,7 см, наблюдались на среде с добавлением 0,5 мг/л БАП + 0,5 мг/л Кин + 0,5 мг/л ГК₃. Максимальный ризогенез был получен на среде ½ МС + 0,8 мг/л ИМК (Индолил-3-масляная кислота). Среднее значение количества корней составило 8,6 ± 0,5 шт., а длина корней 14,4 ± 0,6 см. Для консервации, сохранения *in vitro* использовали два режима температуры, 15°C и 24°C. Высота растений, выдерживаемых при 15°C, была ниже, чем хранящихся в условиях 24°C. Растения *in vitro* поддерживались при температуре 15°C более 8 мес., без пересадок. Укоренившиеся *in vitro* проростки были успешно адаптированы *in vivo* с использованием перлита, лесной почвы и биогумуса в пропорциях 2:1:0 с приживаемостью 88,0%. Разработанный метод может быть успешно использован для крупномасштабного размножения и хранения *in vitro* винограда сорта Мердзавани Вагаас.

Ключевые слова: виноград; прямой органогенез; культура тканей; микроразмножение; акклиматизация; *in vitro*.

Для цитирования: Мелян Г.Г., Барсегян А.А., Дангян К.С., Саакян Н.А., Григорян Б.А., Мартиросян Ю.Ц. Прямой органогенез *in vitro* сорта винограда Мердзавани Вагаас для массового размножения и сохранения // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):202-205. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.001.

Introduction

Grapevine (*Vitis vinifera* L.) is one of the main important fruit crops cultivated worldwide.

Presently, grapevines are highly susceptible to diseases in the general method of propagation (by hardwood cuttings).

Micropropagation of grapes has played a very significant role in multiplication of cultivars with desirable traits and production of healthy plants. Propagation of

uniform, disease free plants is produced in a relatively short period and space because this process is independent of the time of year and weather conditions.

In grapevine, there are various reports which indicate rapid *in vitro* regeneration and multiplication via tissue culture [1–3].

Plant germplasm conservation is the most successful method to conserve the genetic traits of endangered and commercially valuable species and plant varieties for future proliferation, development and it is also the basis of agricultural production [4].

This investigation is aimed at developing an efficient method for mass micropropagation of true-to-type grapevine plants of Armenian grapevine cultivar 'Merdzavani Vaghahas' through direct organogenesis and determining the optimal methods for *in vitro* conservation.

Objects and methods of research

The studies were performed at the Scientific Center of Agrobiotechnology of Armenian National Agrarian University. Grapevine cultivar 'Merdzavani Vaghahas' was selected for *in vitro* studies.

'Merdzavani Vaghahas' is an Armenian grapevine table variety with muscat flavor, was created in 1965 by the Armenian Scientific Research Institute of Viticulture, Wine-making, Fruit Growing by crossing 'C 484' ('Madeline Angevine' x 'Chasselas Musque') x 'Kishmish Khishrau' ('Nimerang' x 'Kishmish Noir').

The plant materials of this research were obtained from the Armenian National Field Collection of Grapevine.

Explants sterilization: The nodal segments were treated to 1) 70% ethanol, 2) 2.0% calcium hypochlorite and their combinations for varying time durations: T1) ethanol (70%) for 5 min, T2) ethanol (70%) for 10 min, T3) calcium hypochlorite (2.0%) for 10 min, T4) calcium hypochlorite (2.0%) for 15 min, T5) calcium hypochlorite (2.0%) for 20 min, T6) ethanol (70%) for 30 s + 2.0% Ca(OCl)₂ for 15 min, T7) ethanol 70% for 30 s + 2.0% Ca(OCl)₂ for 20 min.

Culture establishment: Murashige and Skoog (MS) basal medium was used through *in vitro* culture of plantlets. Nodal segments, approximately 0.3 cm were cultured on full-strength modified MS medium supplemented with different combinations and concentrations (0.0; 0.5; 1.0 mg/l) of benzilaminopurin (BAP), (Kin) kinetin (0.0; 0.5; 1.0 mg/l) and Gibberelin acid (GA₃) (0.0; 0.5; 1.0 mg/l) for multiplying axillary shoots. Observations for shoot proliferation were evaluated 35 days after the beginning of the experiment, and the number of shoots per explant and length of shoots were recorded.

Root formation: Half-strength MS basal medium supplemented with different concentrations (0.3; 0.5; 0.8 and 1.0 mg/l) of IBA were used for rooting stage. Medium without auxin was used as a control. Percentage of rooting; mean number and length (cm) of roots for each rooted shoot were evaluated after 30 days of cultivation on the rooting medium.

The pH of the media was adjusted to 5.8 before adding agar. Media were gelled with 0.5% agar. The cultures were incubated at 26 ± 1°C under cool white fluorescent light for a daily 16 h photoperiod. Twenty explants were

used for each treatment, experiment was repeated three times.

For *in vitro* conservation the effects of temperature on growth of *in vitro* plants were investigated using MS medium supplemented with 20 g/l sucrose, 50 mg/l ascorbic acid, 0.1 mg/l IBA. The plants were kept in two growth chambers with the temperature adjusted to 15°C and to 24°C, light intensity of 2000 lux. After 6 month, 12 plants, from each temperature culture condition, were assigned to biometric analyses: length of the longest root, numbers of roots and length of the shoots.

Ex vitro acclimatization: For ex vitro acclimatization the rooted plantlets were taken out from the test tubes and gently washed to free agar from surface. Well-developed plantlets (>10 cm of shoots and >8-10 cm of roots) were transferred to plastic pots containing mixture of perlite, forest soil and bio humus in different proportion

1)1:1:0; 2)1:1:1; 3)1:2:1; 4)2:1:0; 5)1:1:2; 6)1:2:0.

The plantlets were maintained for 3 weeks at about 25°C to 27°C under high humidity (>75%) by covering the pots with transparent polyethylene sheets. After two weeks the covers were removed from the pots.

Statistical analysis: Experiments were repeated three times. The results are expressed as mean ± standard error. The differences among averages of the recorded parameters for all treatments were tested for significance at 5% level.

Results and discussion

The study results showed that on increasing the exposure time of ethanol (70%) and calcium hypochlorite (2.0%) the infection was decreasing in both chemicals, but in the same time the number of non-growing cultures was increasing. Higher (10 min) duration of 70% ethanol (T2) showed lower infection (12.3%) and maximum non-growing cultures (36.7%). In case of 5 min duration (T1), the percentage of infected and non-growing cultures was correspondingly 47.7% and 9.0%. Explants treated with 2.0% calcium hypochlorite for 10 min (T3) showed 47.7% contamination and 6.7% non-growing cultures, while 2.0% calcium hypochlorite for 15 min (T4) and 20 min (T5) were correspondingly 22.3%, 20.0% and 10.3%, 26.7%. The minimum survival (43.3%) was observed with 70% ethanol and 5 min exposure time. Maximum healthy cultures (80.0%) were recorded when nodal segments were treated with 70% ethanol for 30 s + 2.0% Ca(ClO)₂ for 15 min (T6) followed by ethanol 70% for 30 sec + 2.0% Ca(OCl)₂ for 20 min (T7) with 68.3% survival. Improper choice of sterilant exposure time has lethal effect on plant cells and limits the development of explants.

Regeneration of grapevine is possible through both organogenesis and embryogenesis. Explants including shoot tips, buds, leaves and tendrils can regenerate into somatic embryos directly or indirectly through the callus phase [5].

In the present study regeneration was processed through direct organogenesis from bud explants. Somatic embryogenesis was strongly influenced by Plant Growth Regulators (PGR). The effects of various concentrations and combinations of PGR in full strength modified MS medium on shoot regeneration were evaluated (Table).

Shoot proliferation (shoots/explants) and shoot length (cm) was recorded after 35 days.

Nutrient medium MS without PGRs did not show any shoot induction. Shoot formation was noted in all concentrations and combinations of growth regulators, but the number and length of shoots per explant varied. Medium containing 0.5 mg/l BAP combined with 0.5 mg/l Kin and 0.5 mg/l GA₃ showed the maximum frequency of shoot regeneration, with an average shoot length of 2.7 cm and an average of 3.8 shoots per explant. The regenerated plants did not show any obvious phenotypic variation.

Presence of GA₃ in combination with BAP and Kin promoted elongation of shoots. This is in conformity with the observation by D.H. Tejavathi and B.L. Manjula (2010) in *Ruta graveolens* L. [6].

Auxin is a key regulator of plant growth and development. Because of its effective impact on cell division, cell growth and differentiation, auxin is generally used for artificially controlling plant growth [7, 8].

As shown in Fig. 1, the differences in rooting percentage, root number and length were significant among different treatments. Highest rooting percentage (85.5%) was observed in ½ MS medium fortified with 0.8 mg/l IBA followed by ½ MS + 0.5 mg/l IBA (80.6%). Root induction was not observed in the control (medium without IBA). An IBA concentration of 0.8 mg/l gave a greater number of roots (8.6 ± 0.5) and maximum root length (14.4 ± 0.6 cm) (Fig. 3, a) than other concentrations (0.3; 0.5; 1.0 mg/l). Beura (2003) also reported that ½ MS supplied with 0.5–1.0 mg/l IBA was the best for *in vitro* rooting for the most of horticulture crops [9].

Temperature is a critical environmental factor regulating *in vitro* plant growth and development. Temperature influences plant tissue culture and micropropagation. Plants kept at 15°C showed significantly smaller length and less dry mass of both roots and shoots, in relation to those kept at 24°C, thus demonstrating the influence of low temperature on growth. An average of 90% of *in vitro* plants of cv. 'Merdzavani Vaghahas' were efficiently stored for 8 months at 15°C without subculture on half strength MS medium containing 30 g/l sucrose in culture tubes, while at 24°C it was required every 1.5–2.0 months.

An important, and often limiting, part of any micropropagation system is the transition from *in vitro* to *ex vitro* growth or acclimatization [10].

Statistical analysis of variance showed that the effect of substrate mixtures was significant on survival rate of *ex vitro* acclimatized plantlets. Among the different types and combinations of substrate used for adaptation, a combination of perlite, forest soil and bio humus (2:1:0) was found superior, with higher survival rate of plantlets (88.0%). The lowest (67.0%) survival was recorded in substrate mixture with 1:2:1 ratio (Fig. 2).

Plantlets grown on T4 substrate mixture exhibited vigorous growth and deep green leaves (Fig. 3).

Conclusions

This study presents a rapid and efficient method for micropropagation of grapevine cv. 'Merdzavani Vaghahas' from nodal explants, which carries a high potential for rapid multiple shoot regeneration and subsequent *in vitro*

Table. The effect of PGRs treatment on shoot regeneration from nodal explants of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. 'Merdzavani Vaghahas'

Таблица. Влияние обработки PGR на регенерацию побегов узловых эксплантов винограда (*Vitis vinifera* L.) сорта Мердзавани Вагаас

PGRs (mg/L)			Shoot proliferation (shoots/explant) (Mean ±SE)	Shoot length (cm) (Mean ±SE)
Kin	BAP	GA ₃		
-	-	-	-	-
-	0.5	-	1.4±0.1	2.0±0.2
-	1.0	-	1.9±0.2	2.3±0.2
-	0.5	0.5	1.3±0.1	2.5±0.2
-	1.0	1.0	2.1±0.1	1.9±0.4
0.5	-	-	1.0±0.2	1.8±0.2
1.0	-	-	1.5±0.1	1.6±0.4
0.5	-	0.5	1.1±0.3	2.4±0.2
1.0	-	1.0	1.7±0.2	2.9±0.1
0.5	0.5	0.5	3.8±0.3	2.7±0.2
0.5	0.5	-	3.4±0.4	1.3±0.1

- No growth regulators added

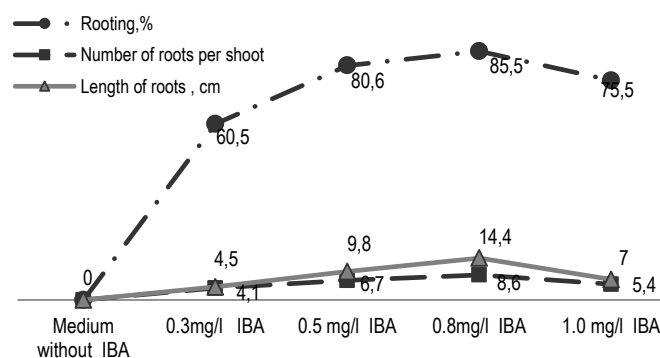


Fig. 1. Influence of IBA on rooting of grapevine shoots produced *in vitro*

Рис. 1. Влияние IBA на укоренение побегов винограда, полученных *in vitro*

in vitro propagation. It was revealed that the productivity of plant regeneration and root formation depends on the applied phytohormones and their concentration. A low incubation temperature of 15°C reduces culture growth and survival up to 8 months of time. The described protocol can be used not only as an alternative means for mass propagation of this cultivar, but also for *in vitro* conservation.

Financing source

We gratefully acknowledge the financial support from the State Committee of Science of Armenia for the conducted research in the scope of the 21T-4D086 project.

Источник финансирования

Выражаем благодарность Государственному Комитету Науки Армении за финансовую поддержку в проведении исследований в рамках проекта 21Т-4D086.

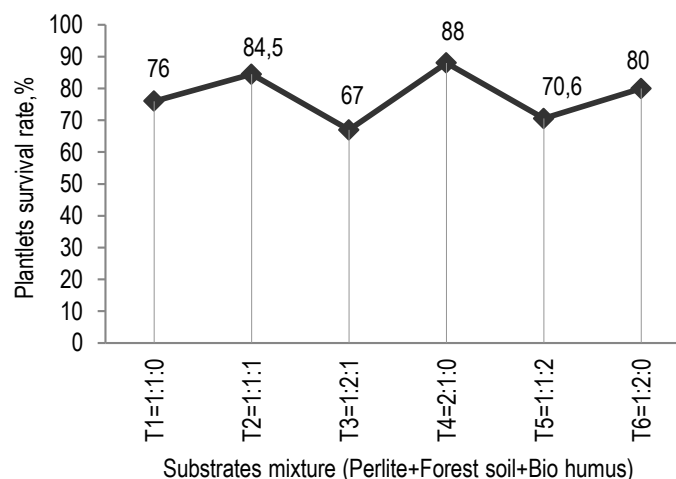


Fig. 2. The effect of different substrate mixture combinations (perlite: forest soil: bio humus) on survival rate of *ex vitro* acclimatized grapevine plantlets

Рис. 2. Влияние различных комбинаций субстратных смесей (перлит: лесная почва: биогумус) на приживаемость саженцев винограда, акклиматизируемых *ex vitro*

Conflict of interests

Not declared.

Конфликт интересов

Не заявлен.

References

1. Fikadu K. Review on *in vitro* regeneration of some selected grapevines (*Vitis vinifera* L.) Cultivars from Shoot and Leaf Culture. Journal of Natural Sciences Research. 2016;6(23):46-51.
2. Lazo-Javalera M.F., Troncoso-Rojas R., Tiznado-Hernández M.E., Martínez-Tellez M.A., Vargas-Arispuro I., Islas-Osuna M.A., Rivera-Domínguez M. Surface disinfection procedure and *in vitro* regeneration of grapevine (*Vitis vinifera* L.) axillary buds. Springer Plus. 2016;5:453. DOI 10.1186/s40064-016-2081-0.
3. Melyan G., Barsegyan A., Sahakyan N., Dangyan K., Martirosyan Yu. Development of *in vitro* culture establishment conditions and micropropagation of grapevine rootstock cultivar 'Ruggeri-140'. BIO Web of Conferences. 2021;39:03002. DOI 10.1051/bioconf/20213903002.
4. Priyanka V., Kumar R., Dhaliwal I., Kaushik P. Germplasm

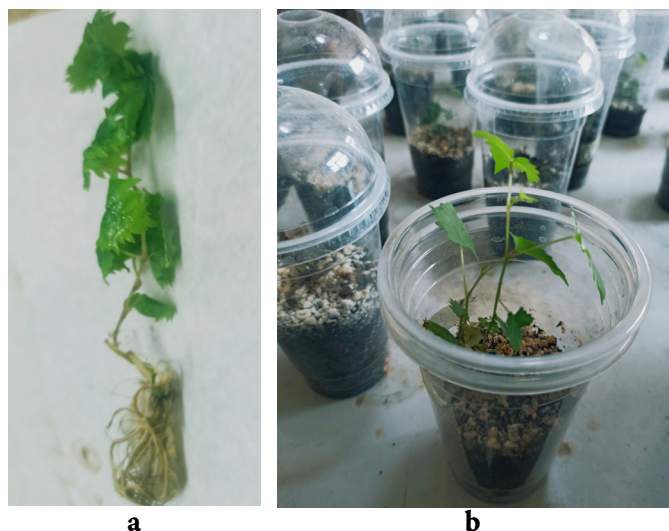


Fig. 3. Rooted *in vitro* (a) and *ex vitro* acclimatized grapevine plantlets of cv. 'Merdzavani Vaghahas' on T4 substrate mixture (b)

Рис. 3. Укорененные *in vitro* (a) и акклиматизированные *ex vitro* саженцы винограда сорта Мердзавани Вагаас на субстратной смеси Т4 (b)

conservation: instrumental in agricultural biodiversity: a review. Sustainability. 2021;13:6743. DOI 10.3390/su13126743.

5. Capriotti L., Limeria C., Mezzetti B., Ricci A., Sabbadini S. From induction to embryo proliferation: improved somatic embryogenesis protocol in grapevine for Italian cultivars and hybrid *Vitis* rootstocks. Plant Cell Tiss Organ Cult. 2022. DOI 10.1007/s11240-022-02346-w.
6. Tejavathi D.H., Manjula B.L. Studies on organogenesis from nodal explant of *Ruta graveolens* L. The Bioscan. 2010;5(3):455-459.
7. Koul V., Adholeya A., Kochar M. Sphere of influence of indole acetic acid and nitric oxide in bacteria. J Basic Microbiol. 2015;55:543-53.
8. Paque S., Weijers D. Q&A: auxin: the plant molecule that influences almost anything. BMC Biology. 2016;14:67. DOI 10.1186/s12915-016-0291-0.
9. Beura S. Micro-propagation and its use for improvement of horticulture crops. Bhunesshwar. 2003:102-107.
10. Clapa D., Fira A., Joshee N. An efficient *ex vitro* rooting and acclimatization method for horticultural plants using float hydroculture. HORTSCIENCE. 2013;48(9):1159-1167.

Information about authors

Gayane H. Melyan, Cand. Biol. Sci., Deputy Director of the Scientific Center of Agrobiotechnology; e-mail: gmggmg65@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5030-9725>;

Andranik H. Barsegyan, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist; e-mail: anbars48@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5216-8284>;

Kima S. Dangyan, Staff Scientist; e-mail: dangyan.kima@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1798-0952>;

Narek A. Sahakyan, Staff Scientist; e-mail: nsaaeroponic@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0400-2500>;

Bella A. Grigoryan, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist; e-mail: bellagrigroryan24@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6666-879X>;

Yuri Ts. Martirosyan, Cand. Biol. Sci., Head of the Department of Aeroponic Plant Growing Technologies; Head of the Laboratory of Biochemical Physics and Plant Metabolism Engineering; e-mail: yumart@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8825-2381>.

Информация об авторах

Гаяне Грантовна Мелян, канд. биол. наук, заместитель директора научного центра агробихотехнологий; e-mail: gmggmg65@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5030-9725>;

Андраник Акопович Барсегян, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.; e-mail: anbars48@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5216-8284>;

Кима Сергеяевна Дангян, науч. сотр.; e-mail: dangyan.kima@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1798-0952>;

Нарек Агванович Саакян, науч. сотр.; e-mail: nsaaeroponic@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0400-2500>;

Белла Аркадиевна Григорян, канд. биол. наук, науч. сотр.; e-mail: bellagrigroryan24@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6666-879X>;

Юрий Цатурович Мартиросян, канд. биол. наук, заведующий отделом аэропонных технологий растениеводства; заведующий лабораторией биохимической физики и инженерии метаболизма растений; e-mail: yumart@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8825-2381>.

Статья поступила в редакцию 25.07.2022, одобрена после рецензии 17.08.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Мобилизация, пополнение и изучение генофонда винограда на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко

Наумова Л.Г.[✉], Ганич В.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко – филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, 346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 166

[✉] L.Gnaumova@yandex.ru

Аннотация. Полевые коллекции являются основным методом сохранения генетического разнообразия винограда. Для каждого виноградарского региона характерен свой уникальный местный сортимент. Цель работы – мобилизация, пополнение и изучение генофонда винограда различного эколого-географического происхождения на ампелографической коллекции в Нижнем Придонуе. Место проведения исследований – Донская ампелографическая коллекция им. Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, Ростовской обл.). Объект исследований – 116 сортов и форм винограда в период наблюдений и изучений 2019–2021 гг. На коллекции проводятся работы по сохранению, пополнению и изучению генофонда винограда. В настоящее время в коллекции собрано 875 сортообразцов винограда различного происхождения. За последние 3 года коллекция пополнилась на 15 сортов. Выделены с высокой расчетной урожайностью 18 изучаемых сортов и форм, в том числе: Восторг, Грушевский белый, Русмол, Цветочный, Бессергеновский №1, Бессергеновский №3, Бессергеновский №10, Безымянный донской, Шилохвостый, Ромулус, Меграбуыр, Геркулес, Мускат дербентский и др. Наибольшая средняя масса грозди была у 5 столовых сортов – Бокальный черный, Геркулес, Русмол, Октябренок, Барт. На дегустациях столового и бессемянного винограда наиболее высокие дегустационные оценки получили 12 сортов: Сублима сидлис, Арсеньевский, Боготяновский, Рошфор, Заря Несветая, Талисман, Геркулес, Мускат дербентский и др. На микровиноделие передано 138 сортообразцов. Выделены как перспективные для качественного виноделия в условиях Нижнего Придонуя сорта – Лацу кере, Неизвестный донской, Цимлянский Сергиенко, Бессергеновский №7, Косоротовский, Рислинг итальянский. По результатам сортоизучения на коллекции в Реестр РФ в 2021–2022 гг. включены 8 аборигенных донских сортов: Кумшацкий белый, Мушкетный, Дурман, Махроватчик, Цимлянский белый, Цимладар, Ефремовский, Бессергеновский №10.

Ключевые слова: виноград; ампелографическая коллекция; мобилизация генофонда; пополнение генофонда; сортоизучение; Нижнее Придонуе; урожайность; дегустационные оценки; кондиции урожая.

Для цитирования: Наумова Л.Г., Ганич В.А. Мобилизация, пополнение и изучение генофонда винограда на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):206-213. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.002.

ORIGINAL RESEARCH

Mobilization, replenishment and study of grapevine gene pool in Don Ampelographic Collection named after Ya.I. Potapenko

Naumova L.G.[✉], Ganich V.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 Novocherkassk, Rostov Region, Russian Federation

[✉] L.Gnaumova@yandex.ru

Abstract. Field collections are the main method of conservation grapevine genetic diversity. Each viticultural region has its own unique local assortment. The objective of the work is to mobilize, replenish and study grapevine gene pool of various ecological and geographical origins in Ampelographic Collection in the Lower Don region. The place of research is the Don Ampelographic Collection named after Ya.I. Potapenko (Novocherkassk, Rostov region). The object of research is 116 varieties and forms of grapes during the period of observation and study in 2019–2021. The work on conservation, replenishment and study of grapevine gene pool is carried out in the Collection. Currently, the Collection contains 875 grape varieties of various origins. Over the past 3 years, the Collection has been replenished with 15 varieties. In total 18 grape varieties and forms under study with a high estimated cropping capacity were selected: 'Vostorg', 'Grushevskiy Belyi', 'Rusmol', 'Tsvetochnyi', 'Bessergenevskiy No. 1', 'Bessergenevskiy No. 3', 'Bessergenevskiy No. 10', 'Bezimyannyi Donskoy', 'Shilohvostyi', 'Romulus', 'Megrabuyr', 'Hercules', 'Muscat Derbentskiy', etc. The largest average bunch weight had 5 table varieties – 'Bokalnyy Chernyi', 'Hercules', 'Rusmol', 'Oktyabrenok', 'Bart'. At tasting of table and seedless grapes, 12 varieties got the highest tasting scores: 'Sublima Seedless', 'Arsenievskiy', 'Bogotyanskiy', 'Roshfor', 'Zarya Nesvetaya', 'Talisman', 'Hercules', 'Muscat Derbentskiy', etc. For micro-winemaking, 138 varietal samples were transferred. The varieties 'Latsy Kere', 'Neizvestnyi Donskoy', 'Tsimlyanskiy Sergienko', 'Bessergenevskiy No. 7', 'Kosorotovskiy', 'Riesling Italianskiy' were pointed out as promising for quality winemaking in the conditions of Lower Don region. According to the results of varietal study in the Collection, 8 local Don grape varieties were included in the Russian Federation Register in 2021–2022: 'Kumshatskiy Belyi', 'Mushketnyi', 'Durman', 'Makhrovatchik', 'Tsimlyanskiy Belyi', 'Tsimladar', 'Efremovskiy', 'Bessergenevskiy No. 10'.

Key words: grapes; ampelographic collection; gene pool mobilization; gene pool replenishment; varietal study; Lower Don region; cropping capacity; tasting assessments; crop conditions.

For citation: Naumova L.G., Ganich V.A. Mobilization, replenishment and study of grapevine gene pool in Don Ampelographic Collection named after Ya.I. Potapenko. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):206-213. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.002 (in Russian).

Введение

Рост населения и экономическое развитие стран вносят весомые изменения в условия жизни всех организмов и экологических систем нашей планеты. Внедрение новых интенсивных технологий возделывания культур с использованием аборигенных и интродуцированных сортов, реконструкция старых насаждений, уменьшение количества сортов в промышленных насаждениях, исчезновение во многих местах диких родичей культурных растений под влиянием антропогенных факторов – все это приводит к реальной угрозе потери значительного числа растительного разнообразия [1, 2].

Проблемы мобилизации, сохранения, пополнения, изучения и использования генетических ресурсов винограда важны как для современной науки, так и для развития промышленного виноградарства. Полевые коллекции являются основным методом сохранения генетического разнообразия винограда. Для каждого виноградарского региона характерен свой уникальный местный сортимент, который формировался на протяжении длительного времени в определенных условиях и обладает рядом ценных характеристик и признаков [3–7].

Во всем мире (США, Германия, Франция, Китай, Индия, Испания, Италия, Словакия, Россия и др.) изучению, сохранению и приумножению генетического потенциала культурных растений уделяется особое внимание [8–15].

Работами Н.И. Вавилова и других исследователей доказано, что Малая Азия и Азербайджан являются родиной культурного винограда. По генофонду аборигенных сортов Азербайджан является одним из богатых регионов мира. В республике выращивается более 400 местных сортов винограда, и только 200 из них собраны и включены в коллекцию. В 2003 г. в Апшеронском районе была заложена новая ампелографическая коллекция, в которой выращивается около 300 аборигенных и интродуцированных сортов винограда, среди которых около 200 азербайджанских сортов, 19 среднеазиатских, 18 российских, 9 американских, 5 французских, 5 грузинских, 5 молдавских, 3 итальянских, 3 немецких и т.д. Одним из направлений проводимых исследовательских работ является улучшение древних ценных местных и интродуцированных сортов винограда путем клоновой селекции [16, 17].

В Казахстане в современных условиях плодоводство и виноградарство стали важной отраслью сельскохозяйственного производства. В Государственный реестр селекционных достижений включено 27 сортов винограда, такое разнообразие сортов позволяет эффективно использовать природные условия разных зон и поднять урожайность и валовые сборы в республике. Виноградарство Казахстана характеризуется устоявшимся сортиментом. С давних времен основную часть свежего винограда для потребления на месте и дальней транспортировки составляют стародавние сорта народной селекции восточной эколого-географической группы (Кишмиш черный, Киш-

миш белый, Тайфи розовый, Хусейн белый, Мускат александрийский), некоторые сорта современной селекции – Октябрьский, Паркентский розовый, а также сорта универсального направления использования – Тербаш, Баян ширей, Кара узюм ашхабадский, Кульджинский и другие районированные сорта. Менее распространены сорта, находящиеся в районировании уже больше 40 лет, такие как Королева виноградников, Сенсо, Жемчуг Саба, Ранний ВИРа, Ризамат, Тагоби и др. [18].

В России наиболее крупные коллекции находятся на Анапской ЗОСВиВ (4921 образец) и в ВНИИВиВ «Магарач» (4120 образцов), наша коллекция занимает 3 место [19].

Необходимость сохранения и рационального использования всего многообразия мировых генетических ресурсов в условиях глобального потепления и изменения климата, сокращения земельных угодий и водных ресурсов, деградации окружающей среды стала как никогда ранее насущной и угрожает продовольственной безопасности и экономическому развитию живущих и будущих поколений (Второй глобальный план действий по генетическим ресурсам растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства, принят советом ФАО 29.11.2011 г. в Риме). Поэтому задачи мобилизации, сохранения, изучения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений актуальны в настоящее время.

Цель работы – мобилизация, пополнение и изучение генофонда винограда различного эколого-географического происхождения на ампелографической коллекции в Нижнем Придонуе.

Материалы и методы исследований

Донская ампелографическая коллекция имени Я.И. Потапенко заложена привитыми саженцами (подвой Кобер 5ББ), схема посадки кустов 3 × 1,5 м, культура неполивная. Технология возделывания виноградников общепринятая для северной зоны промышленного виноградарства РФ. Изучение сортов винограда на коллекции проводится по общепринятым в виноградарстве методикам [20, 21] и ГОСТам.

Ростовская область расположена в наиболее суровых климатических условиях из всех районов виноградарства Северного Кавказа и отличается холодными малоснежными зимами (с частыми оттепелями), поэтому здесь возделывается виноград в укрывной культуре (исключение составляют межвидовые сорта с повышенной морозо- и зимостойкостью). Промерзание почвы в среднем составляет 39 см. В данном регионе наблюдается недостаточное увлажнение (количество годовых осадков может составлять 200–500 мм, при очень высокой летней инсоляции и испарении).

В период вегетации винограда температурный режим почти по всей области является благоприятным. Преобладают восточные ветры, летом увеличивается повторяемость юго-западных и западных ветров. Значительная продолжительность периода с температурами выше 10°C говорит о том, что накопление

сахаров в ягодах винограда обеспечивается летними условиями температуры воздуха. Ведению культуры винограда в этой зоне благоприятствует продолжительное солнечное освещение в начале осени – в период созревания винограда, что позволяет получить урожай высокого качества.

Место расположения коллекции – степное придонское плато, рельеф волнистый, высота местности над уровнем моря составляет 90 м. Почвы – северо-приазовские слабокарбонатные черноземы, развитые на желто-бурых лессовидных суглинках и глинах, входят в почвенную провинцию приазовских и предкавказских черноземов. Это плодородная почва с большим содержанием основных элементов питания – фосфор, калий, азот. Североприазовские черноземы характеризуются большой мощностью гумусового горизонта ($A + B = 90-120$ см), серовато-черной окраской, прочной комковато-зернистой структурой, обладают большой емкостью поглощения и высокой водоудерживающей способностью, благодаря чему незначительно охлаждаются в зимний период, что способствует хорошей перезимовке корневой системы винограда. Гумуса в плантажном слое содержится 3,5–4,0%. Грунтовые воды залегают на глубине 15–20 м и не оказывают влияния на развитие виноградных кустов, так как недоступны для корневой системы винограда.

В данной статье приводятся результаты сортоизучения на коллекции за 2019–2021 гг.

Результаты и их обсуждение

Генофонд полевой коллекции института насчитывает в настоящее время 875 сортообразцов винограда, из них: сортов и форм российской селекции – 375 шт. (43%), украинских – 77 шт., французских – 57 шт., молдавских – 54 шт., грузинских – 44 шт., американских – 42 шт., узбекских – 40 шт., венгерских и армянских – по 38 шт., болгарских – 24 шт. и т.д., всего из 35 стран мира. Кроме полевой коллекции в институте существует и коллекция *in vitro* (в лаборатории биотехнологии), насчитывающая 105 сортообразцов винограда.

Сорта полевой коллекции, находящиеся на грани исчезновения, передаются в культуру *in vitro*, где сохраняются и размножаются, а затем опять передаются в полевую коллекцию, так, например, было с сортом Крестовский, которого оставался всего 1 куст.

Коллекция актуальна и востребована, что подтверждается количеством публикаций сотрудников, работающих на коллекции – 43 шт. (за 2019 – 2021 гг.), из них 4 – в изданиях *Scopus* или *Web of Science*, 18 – в журналах ВАК, 1 «Каталог сортов винограда Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко» и др. Совместно с сотрудниками из других НИИ (СКФНЦСВВ, Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова», КубГАУ) опубликовано 16 статей. Имеются публикации не только в отечественных, но и зарубежных изданиях (Казахстан, Болгария, Швейцария и др.).

Сотрудники лаборатории ампелографии прини-

мают активное участие в Международных научно-практических конференциях (Краснодар, Ялта, Сочи, Санкт-Петербург, пос. Персиановка), выступая с докладами или представляя стендовые доклады, публикуя материалы конференции, а также в выставках – «Виноград без границ», «Донская лоза», «Золотая осень». На XXII агропромышленной выставке «Золотая осень-2020» (Москва) получили серебряную медалью и дипломом II степени в номинации «За эффективное информационно-консультативное обеспечение АПК».

На ампелографической коллекции проводятся работы согласно тематическому плану НИР № FSMF-2019-0029 по теме «Провести сохранение, пополнение ампелографической коллекции *in situ*, *ex situ* и *in vitro* с целью изучения признаков, определяющих хозяйственную ценность генофонда, в т.ч. устойчивость сортов к вредным организмам. Создать ампелографическую базу данных. Разработать методы среднесрочного сохранения коллекции *in vitro*». В сортоизучении находится ежегодно 116 сортообразцов винограда (из них 40 – аборигенных донских сортов), проводятся: фенологические наблюдения, агроучеты, учеты урожая, определение кондиций, увологический и механический анализ сортов и т.д.

За отчетный период выделались высокой расчетной урожайностью (более 170 ц/га) следующие 18 изучаемых сортов и форм: селекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко – Восторг, Грушевский белый, Русмол, Цветочный (возделываемые в неукрывной культуре); донские аборигенные сорта – Бессергеновский №1, Бессергеновский №3, Бессергеновский №10, Безымянный донской, Шилохвостый; а также интродуценты – Ромулус, Меграбуйр, Геркулес, Мускат дербентский, Заря Несветая, Скоренский красный, Рислинг мускатный, Адреули шави, Норок.

Анализируя урожайность среди аборигенных донских сортов по годам исследований отмечаем, что сортов с очень высокой и высокой расчетной урожайностью было в: 2019 г. – 50%, 2020 г. – 10%, 2021 г. – 21%; сортов с низкой и очень низкой урожайностью: 2019 г. – 13%, 2020 г. – 66,7%, в 2021 г. – 53,5%.

Наибольшая средняя масса грозди (более 500 г) была у 5 столовых сортов: Бокальный черный (872 г), Геркулес (680 г), Русмол (619 г), Октябренок (604 г), Барт (582 г).

Выделились наибольшей средней массой ягоды столовые сорта: Боготяновский (9,9 г), Маршальский (9,4 г), Барт (7,8 г), Низина (7,7 г), Рошфор (7,6 г), Русмол (7,1 г), Кардинал устойчивый (6,8 г), Заря Несветая (6,6 г).

Наряду с определением урожайности не менее важной задачей сортоизучения является оценка качества урожая в регионе произрастания винограда.

Сравнивая кондиции урожая по годам отмечаем, что количество сортов с очень высокой сахаристостью сока ягод (свыше 23 г/100 см³) было следующее: в 2019 и 2020 гг. – по 27 сортов, в 2021 г. – 8 сортов (табл.). Максимальные значения сахаристости сока ягод были в: 2019 г. – 29,6 г/100 см³ (Крымча-

Таблица. Сорты винограда с очень высокой сахаристостью сока ягод (более 23 г/100 см³)

Table. Grape varieties with very high sugar content of berry juice (more than 23 g/100 cm³)

Год	Название сорта, форма
2019	V-52-16, Алыи герский, Амлаху, Ананасный ранний, Бархатный, Варюшкин, ВИР-1, Влеш, Димацкун, Дружба, Каберне-Совиньон, Кишмиш Узбекистан, Кодрянка, Красностоп золотовский, Крымчанин, Меграбуир, Мерло, Муджуретули, Накутвнеули, Пино нуар, Рислинг мускатный, Рубиновый Магарача, Саперави северный, Сибирьковский, Цимлянский Сергиенко, Цимлянский черный, Шампанчик цимлянский.
2020	V-52-16, Адредуи шави, Ананасный ранний, Бархатный, Варюшкин, Влеш, Горули мцване, Димацкун, Звездный, Кишмиш Узбекистан, Красностоп золотовский, Крымчанин, Меграбуир, Мерло, Муджуретули, Накутвнеули, Норок, Пино нуар, Пухляковский белый, Рислинг мускатный, Ромулус, Рубиновый Магарача, Сыпун черный, Химрод, Цимлянский Сергиенко, Цимлянский черный, Шампанчик цимлянский.
2021	Александрюли, Ананасный ранний, Дружба, Душистый, Мускат донской, Светолистный, Супага, Эйнсет сидлис.

нин), 2020 г. – 30,5 г/100 см³ (Бархатный), 2021 г. – 26,1 г/100 см³ (Мускат донской).

На дегустациях столового и бессемянного винограда наиболее высокие оценки (по 10-балльной шкале) получили сорта: Сублима сидлис (9,0 балла), Арсеньевский, Боготяновский (8,9 балла), Рошфор (8,7 балла), Заря Несветая (8,5 балла), Талисман (8,4 балла), Геркулес, Мускат дербентский, Октябренок (8,3 балла), Кардинал устойчивый (8,2 балла), Оригинал, Надежда АЗОС (8,1 балла). Контрольные сорта получили следующие оценки: Восторг (7,8 балла) и Русмол (7,7 балла). Самые низкие дегустационные оценки получили донские аборигенные сорта: Шилохвостый (7,2 балла), Бурый (7,0 балла) и Ефремовский (6,9 балла).

На микровиноделие передано в: 2019 г. – 38 сортов общей массой 424 кг (в т.ч. 15 аборигенных донских); 2020 г. – 53 сорта массой 444 кг (в т.ч. 23 аборигенных донских), 2021 г. – 47 сортообразцов винограда весом 393,5 кг (18 аборигенных донских сортов).

По результатам многолетних наблюдений и исследований выделены как перспективные для качественного виноделия в условиях Нижнего Придонья сорта: Лацу кере, Неизвестный донской, Цимлянский Сергиенко (клон сорта Цимлянский черный), Бессергеновский №7, Косоротовский, Рислинг итальянский. Ниже приводим органолептическую характеристику сухих вин из этих сортов (по 10-балльной шкале, проходной балл – 8,2).

Лацу кере – вино бледно-соломенного цвета, аромат с легкими нотками трав и цветов, нежными фруктовыми оттенками, вкус содержательный, полный (дегустационная оценка вина – 8,6 балла).

Неизвестный донской – вино бледно-соломенного цвета, с тонким, нежным ароматом полевых цветов, вкус легкий, изящный (8,6 балла).

Рислинг итальянский – вино бледно-соломенного цвета с зеленоватым оттенком, сложный сортовой аромат, вкус полный, гармоничный, умеренно свежий, с приятным послевкусием (8,8 балла).

Цимлянский Сергиенко – вино темно-рубинового цвета, в аромате терновые нотки с оттенками вишни, вкус полный, гармоничный (8,6 балла).

Бессергеновский №7 – вино бледно-соломенного цвета, аромат чистый, винный, с легкими цветочными тонами, вкус полный, гармоничный (8,5 балла).

Косоротовский – вино бледно-соломенного цве-

та с зеленоватым оттенком, аромат нежный с тонами полевых трав и легкими цветочно-фруктовыми нотками, вкус гармоничный, полный, приятное послевкусие (8,6 балла).

По результатам многолетнего изучения на коллекции аборигенных донских сортов, наиболее перспективные из них, выделившиеся по комплексу хозяйственно ценных признаков (урожайность, высокое качество винодельческой продукции и др.), были включены в Реестр сортов РФ, допущенных к использованию, это сорта – Кумшацкий белый, Мушкетный, Дурман, Махроватчик, Цимлянский белый, Цимладар, Ефремовский, Бессергеновский № 10.

На конкурсе винодельческой продукции «Антицея-2021» (СКФНЦСВВ, г. Краснодар) вино красное сухое из аборигенного донского сорта Сыпун черный (урожая 2019 г.) получило серебряную медаль.

Генетическим коллекционным материалом пользуются сотрудники лабораторий селекции, биотехнологии, аспиранты института, а также сотрудники КубГАУ и СКФНЦСВВ (для анализа ДНК сортов). Проводятся обучающие экскурсии для студентов ВУЗов.

В связи с цифровизацией в сельском хозяйстве ведутся работы по созданию и заполнению базы данных коллекционных сортов винограда. Получен патент на программу ЭВМ «Ампелография» (№ 2015616454).

Для пополнения и расширения коллекции используются методы интродукции и селекции. Коллекция ежегодно пополняется новыми сортами и формами различного происхождения, так за последние 3 года (2019–2021 гг.) коллекция пополнилась на 15 сортов: Сухолиманский белый, Траминер белый, Гранатовый, Достойный, Мрия, Байконур, Галахад, Месхеи, Новый подарок Запорожью, Кишмиш новочеркасский, Ластва, Мускат бухарестский, Аг Алдара, Жемчуг Анапы, Зори Анапы. Далее приводим краткое описание некоторых новых сортов и форм на коллекции.

Сухолиманский белый – технический сорт винограда украинской селекции (ННЦ ИВиВ им. В.Е. Таирова, г. Одесса, Украина), получен путем скрещивания сортов Шардоне х Плавай, среднепозднего срока созревания.

Цветок обоеполюй. Гроздь средняя, цилиндрическая и цилиндрикоконическая, часто с крылом, довольно плотная или средней плотности. Средняя масса

грозди 140 г. Ягода средняя, круглая, зеленовато-желтая, со слабым восковым налетом. Кожица тонкая, прочная. Мякоть сочная. Вкус приятный, гармоничный, с оригинальным сортовым ароматом. Урожайность 105–135 ц/га. Используется для приготовления легких столовых вин и шампанских виноматериалов с оригинальным букетом, а также купажных материалов, для производства полусладких вин. Дегустационная оценка столового вина 8,1–8,2 балла. Полусухое вино «Золотые ворота», приготовленное в смеси с сортом Алиготе, получило оценку 8,5 балла. Натуральное полусладкое вино «Лада» на Международном конкурсе в Болгарии (1972 г.) удостоено серебряной медали [22, С. 404–406].

Достойный (Филлоксероустойчивый Джемете х Мускат гамбургский) – технический сорт селекции АЗОСВиВ, позднего срока созревания. Цветок обоеполый. Грозди средней плотности, цилиндрикоконические (средняя масса 260 г). Ягода округлая, средняя, сине-черная, вкус простой. Сахаронакопление 17–18 г/100 см³. Урожайность 130 ц/га. Виноград используется для приготовления сухих вин [23].

Гранатовый – технический сорт селекции СКЗНИИСиВ, среднепозднего срока созревания, получен путем скрещивания сортов Саперави х Каберне-Совиньон. Цветок обоеполый. Гроздь средняя и крупная (массой 200 г), ширококоническая или цилиндрикоконическая, плотная или средней плотности (рис. 1). Ягода средняя и мелкая, темно-синяя с густым восковым налетом. Кожица средней толщины, прочная. Мякоть сочная, расплывающаяся. Вкус полный, гармоничный. Урожайность 120–140 ц/га. Сорт используется для приготовления красных столовых и десертных вин, а также виноградных соков [22, С.113–115].

Мрия – технический сорт среднепозднего периода созревания, селекции ВНИИВиВ «Магарач», получен от скрещивания сортов ВИР-1 х Хиндогны.

Цветок обоеполый. Гроздь средняя, коническая, в основном с одной хорошо развитой лопастью, реже с двумя лопастями, средней плотности. Средняя масса грозди 175 г. Ягода средняя, округлая, черная, с густым восковым налетом. Мякоть сочная, темно-вишневого цвета, сок интенсивно окрашен. Вкус приятный, гармоничный с характерными тонами сорта ВИР-1. Средняя урожайность 110–120 ц/га. Используется для приготовления высококачественных красных десертных вин [22, С.236–237].

Галахад – столовая гибридная форма винограда (селекции ВНИИВиВ им Я.И. Потапенко), получена от скрещивания сортов (Талисман х Восторг) х Восторг мускатный.

Срок созревания очень ранний, в условиях г. Новочеркаска стабильно созревает в конце июля. Цветок обоеполый. Грозди цилиндрикоконические, очень крупные, массой 600–1100 г, умеренной плот-



Рис. 1. Гроздь сорта Гранатовый
Fig. 1. A bunch of 'Granatovy' variety

ности. Ягоды овально-яйцевидные, янтарно-желтые, очень крупные, средней массой 10–12 г. Мякоть мясистая, кожица умеренно плотная. Гибридная форма очень высоких вкусовых достоинств, дегустационная оценка свежего винограда 8,9 балла. Сахаристость сока ягод 18–21 г/100 см³, титруемая кислотность 5–6 г/дм³. Морозостойкость до минус 25°C, транспортабельность высокая [24].

Месхеи – туркменский сорт, относится к эколого-географической группе восточных столовых сортов. Синоним – Мезгей.

Цветок функционально женский. Гроздь сильно варьирует по величине, форме и плотности, чаще коническая, крылатая (с односторонним ветвлением), реже цилиндрическая, средней плотности. Ягода крупная, желтая, слегка обратно яйцевидная с плоской, тупой вершиной (по форме напоминает ягоды сорта Катта-Курган). Кожица тонкая, эластичная. Мякоть плотная, хрустящая, очень сладкая, приятного вкуса с характерным привкусом топленых сливок. Относится к столовым сортам среднего периода созревания (140 дней). Урожайность 80–110 ц/га. Средняя масса грозди 180–360 г. Масса ягоды 3,6–4,5 г. Особенностью сорта является низкая кислотность – 4 г/дм³, при сахаристости 19,5–23,8 г/100 см³. Транспортабельность и лежкость низкие. Относится к высококачественным изюмным сортам [25].

Кишмиш новочеркасский – мягкосемянный сорт винограда, селекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко, получен от скрещивания сортов Виллар блан х Мечта. В условиях г. Новочеркаска созревает 10–15 сентября, сорт среднепозднего срока созревания.

Грозди средние, массой 300–400 г, цилиндрикоконические, плотные и средней плотности (рис. 2). Ягоды средние, IV класс бессемянности, средней массой 2,5–3,0 г, овальные, реже овально-яйцевидные, белозеленые, на солнце розово-красные, гармоничного



Рис. 2. Гроздь сорта Кишмиш новочеркасский
Fig. 2. A bunch of 'Kishmish Novocherkasskiy' variety

вкуса. Мякоть мясисто-сочная. Сахаристость сока ягод 18–19 г/100 см³, титруемая кислотность 6–7 г/дм³. Урожайность стабильная и высокая. Морозостойкость до минус 25°C, в условиях г. Новочеркасска выращивается в неукрывной культуре. Транспортабельность хорошая [26].

Выводы

На Донской ампелографической коллекции имени Я.И. Потапенко проводится сохранение, пополнение и изучение генофонда винограда. В настоящее время в коллекции собрано 875 сортообразцов винограда различного происхождения из 35 стран мира. За последние 3 года коллекция пополнилась на 15 сортов.

За 2019–2021 гг. выделены с высокой расчетной урожайностью 18 изучаемых сортов и форм: сорта селекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко – Восторг, Грушевский белый, Русмол, Цветочный; донские аборигенные сорта – Бессергеновский №1, Бессергеновский №3, Бессергеновский №10, Безымянный донской, Шилохвостый; а также интродуценты – Ромулус, Меграбуйр, Геркулес, Мускат дербентский, Заря Несветая, Скоренский красный, Рислинг мускатный, Адреули шави, Норок. Среди изучаемых столовых сортов наибольшая средняя масса грозди была у 5 сортов: Бокальный черный, Геркулес, Русмол, Октябренок, Барт. На дегустациях столового и бессемянного винограда наиболее высокие дегустационные оценки получили сорта Сублима сидлис, Арсеньевский, Боготяновский, Рошфор, Заря Несветая, Талисман, Геркулес, Мускат дербентский, Октябренок, Кардинал устойчивый, Оригинал, Надежда АЗОС.

На микровиноделие передано в 2019 г. – 38 сортов (в т.ч. 15 аборигенных донских), 2020 г. – 53 сорта (в т.ч. 23 аборигенных донских), 2021 г. – 47 сортообразцов (из них 18 аборигенных донских сортов). Выде-

лены как перспективные для качественного виноделия в условиях Нижнего Придонья сорта – Лацу кере Неизвестный донской, Цимлянский Сергиенко, Бессергеновский № 7, Косоротовский, Рислинг итальянский. По результатам сортоизучения на коллекции включены в Реестр РФ в 2021–2022 г. восемь аборигенных донских сортов – Кумшацкий белый, Мушкетный, Дурман, Махроватчик, Цимлянский белый, Цимладар, Ефремовский, Бессергеновский № 10.

На конкурсе винодельческой продукции «Антицея-2021» (СКФНЦСВВ, г. Краснодар) вино сухое красное из донского аборигенного сорта Сыпун черный (урожай 2019 г.) получило серебряную медаль.

Коллекция актуальна и востребована, что подтверждается так же и количеством опубликованных работ – 43 шт. за последние 3 года.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FSMF-2019-0029.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FSMF-2019-0029.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Рябчун В.К., Богуславский Р.Л. Проблемы и перспективы развития генофонда растений в Украине. Харьков: Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева. 2002:1-37.
2. Рябчун В.К., Кузьмишина Н.В., Богуславский Р.Л. Национальный банк генетических ресурсов растений Украины как воплощение идей Н.И. Вавилова // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012;16(3):627-635.
3. FAO. The future of food and agriculture – trends and challenges. Food Agric. Org. United Nations (FAO). Rome. 2017:1-180.
4. Полулях А.А., Волынкин В.А., Лиховской В.В. Генетические ресурсы винограда института «Магарач». Проблемы и перспективы сохранения // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;6(21):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276.
5. Полулях А.А., Волынкин В.А. Фенологическая специфичность местных сортов винограда Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(1):12-18. DOI 10.35547/IM.2022.60.42.002.
6. Novikova L.Yu., Naumova L.G. Dependence of fresh grapes and wine taste scores on the origin of varieties and weather conditions of the harvest year in the northern zone of industrial viticulture in Russia. Agronomy. 2020;10:1613. DOI 10.3390/agronomy10101613.
7. Volynkin V., Polulyakh A., Levchenko S., Vasylyk I., Likhovskoi V. Autochthonous grape species, varieties and cultivars of Crimea. Acta Hort. 2019;1259:91-98. DOI 10.17660/ActaHort.2019.1259.16.
8. Marrano A., Grzeskowiak L., Moreno Sanz P., Lorenzi S., Prazzoli M.L., Arzumanov A., Amanova M., Failla O., Maghradze D., Grando M.S. Genetic diversity and relationships in the grapevine germplasm collection from Central Asia. Vitis. 2015;54:233-237. DOI 10.5073/vitis.2015.54.special-issue.233-237.
9. He F., Wang J., Duan C.-Q. Подбор родительских форм на

- морозостойкость при селекции винограда в климатических условиях Китая // Интерактивная ампелография и селекция винограда: Материалы международного симпозиума 20-22 сентября 2011 г., Краснодар. 2012:232.
10. Jung A., Fischer C. National inventory of grape genetic resources in Germany // Interactive ampelography and grapevine breeding. Collected papers of the International Symposium. September 20-22, 2011, Krasnodar. 2012:233-235.
 11. Failla O. East-West collaboration for grapevine diversity exploration and mobilization of adaptive traits for breeding: a four years story. *Vitis*. 2015;54:1-4.
 12. Maletić E., Pejić I., Karoglan Kontić J., Zdunić D., Preiner D., Šimon S., Andabaka Ž., Žulj Mihaljević M., Bubola M., Marković Z., Stupić D., Mucalo A. Ampelographic and genetic characterization of Croatian grapevine varieties. *Vitis*. 2015;54:93-98.
 13. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Наумова Л.Г., Лукьянова А.А. Адаптивная реакция сотров винограда в условиях климатических изменений // Лозарство и винарство. 2018;6:18-31.
 14. Eiras-Dias J.E.J. Status of the Vitis national collection in Portugal. Report of a Working Group on Vitis. Rome, Italy: Bioversity International. 2008:93-94.
 15. Lacombe T. Status of the French Vitis National Collection. Report of a Working Group on Vitis. Rome, Italy: Bioversity International. 2008;73-74.
 16. Салимов В.С. Сбор, сохранение и перспективы продолжительного использования генетических ресурсов винограда // Интерактивная ампелография и селекция винограда: Материалы международного симпозиума 20-22 сентября 2011 г., Краснодар. 2012:197-198.
 17. Панахов Т., Салимов В., Наджафов Д. Ампелографические особенности некоторых аборигенных сортов винограда Азербайджана // Виноделие и виноградарство. 2015;1:44-47.
 18. Нурмуратулы Т., Маденов Э.Д., Нуртазина Н.Ю., Карычева Л.А., Габрельян В.З., Есболаева Б.М. Генофонд местных и стародавних сортов яблони, груши, абрикоса и винограда на юге и юго-востоке Казахстана. Алматы. 2012:1-120.
 19. Панкин М.И., Петров В.С., Лукьянова А.А., Ильницкая Е.Т., Никулушкина Г.Е., Коваленко А.Г., Большаков В.А. Анапская ампелографическая коллекция – крупнейший центр аккумуляции и изучения генофонда винограда в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(1):54-59. DOI 10.18699/VJ18.331.
 20. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: Ростовский университет. 1963:1-152.
 21. Простосердов Н.Н. Изучение винограда для определения его использования (увология). М.: Пищепромиздат. 1963:1-80.
 22. Ампелография СССР. Отечественные сорта винограда. Под ред. Голодриги П.Я. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1984:404-406.
 23. Сорт винограда Достойный. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://azosviv.info/sorta/dostoynuuy.html> (дата обращения 04.04.2022).
 24. Сорт винограда Галахад. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://vinograd.info/sorta/stolovye/galahad.html> (дата обращения 04.04.2022).
 25. Ампелография СССР. Малораспространенные сорта винограда. Т. 2. Под ред. Негруля А.М. М.: Пищевая промышленность. 1965:365-368.
 26. Сорт винограда Кишмиш новочеркасский. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://vinograd.info/sorta/besemyannye/kishmish-novocherkasskii.html> (дата обращения 04.04.2022).
- ### References
1. Ryabchoun V.K., Boguslavskiy R.L. Problems and prospects for the development of the plant gene pool in Ukraine. Kharkov: Institute of Plant Industry named after V.Ya. Yuryev. 2002:1-37 (in Russian).
 2. Ryabchoun V.K., Kuz'myshyna N.V., Boguslavskiy R.L. The national bank of plant genetic resources of Ukraine as the embodiment of N.I. Vavilov's ideas. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2012;16(3):627-635 (in Russian).
 3. FAO. The future of food and agriculture – trends and challenges. Food Agric. Org. United Nations (FAO). Rome. 2017:1-180.
 4. Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V. Problems and prospects of grapevine genetic resources preservation at Magarach Institute. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276 (in Russian).
 5. Polulyakh A.A., Volynkin V.A. Phenological specificity of local grape varieties of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2022;24(1):12-18. DOI 10.35547/IM.2022.60.42.002 (in Russian).
 6. Novikova L.Yu., Naumova L.G. Dependence of fresh grapes and wine taste scores on the origin of varieties and weather conditions of the harvest year in the northern zone of industrial viticulture in Russia. *Agronomy*. 2020;10:1613. DOI 10.3390/agronomy10101613.
 7. Volynkin V., Polulyakh A., Levchenko S., Vasylyk I., Likhovskoi V. Autochthonous grape species, varieties and cultivars of Crimea. *Acta Hort.* 2019;1259:91-98. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1259.16.
 8. Marrano A., Grzeskowiak L., Moreno Sanz P., Lorenzi S., Prazzoli M.L., Arzumanov A., Amanova M., Failla O., Maghradze D., Grando M.S. Genetic diversity and relationships in the grapevine germplasm collection from Central Asia. *Vitis*. 2015;54:233-237. DOI 10.5073/vitis.2015.54.special-issue.233-237.
 9. He F., Wang J., Duan C.-Q. Parental selection on wine grapevine breeding for frost hardiness in China. *Interactive ampelography and grapevine breeding. Collected papers of the International Symposium. September 20-22, 2011, Krasnodar*. 2012:232 (in Russian).
 10. Jung A., Fischer C. National inventory of grape genetic resources in Germany // Interactive ampelography and grapevine breeding. Collected papers of the International Symposium. September 20-22, 2011, Krasnodar. 2012:233-235.
 11. Failla O. East-West collaboration for grapevine diversity exploration and mobilization of adaptive traits for breeding: a four years story. *Vitis*. 2015;54:1-4.
 12. Maletić E., Pejić I., Karoglan Kontić J., Zdunić D., Preiner D., Šimon S., Andabaka Ž., Žulj Mihaljević M., Bubola M., Marković Z., Stupić D., Mucalo A. Ampelographic and genetic characterization of Croatian grapevine varieties. *Vitis*. 2015;54:93-98.
 13. Petrov V.S., Aleinikova G.Yu., Naumova L.G., Lukyanova A.A. Adaptive reaction of grape varieties in conditions of climate change. *Viticulture and winemaking*. 2018;6:18-31 (in Russian).
 14. Eiras-Dias J.E.J. Status of the Vitis national collection in Portugal. Report of a Working Group on Vitis. Rome, Italy: Bioversity International. 2008:93-94.
 15. Lacombe T. Status of the French Vitis National Collection. Report of a Working Group on Vitis. Rome, Italy: Bioversity International. 2008;73-74.

16. Salimov V.S. Perspectives of the collecting, saving and prolonged use of the genetical resources of the grape. Interactive ampelography and grapevine breeding. Collected papers of the International Symposium 20-22 September 2011, Krasnodar. 2012:197-198 (*in Russian*).
17. Panakhov T., Salimov V., Nadzhafov D. Ampelographic features of some indigenous grape varieties of Azerbaijan. Winemaking and viticulture. 2015;1:44-47 (*in Russian*).
18. Nurmuratuly T., Madenov E.D., Nurtazina N.Yu., Karycheva L.A., Gabrelyan V.Z., Esbolaeva B.M. The gene pool of local and ancient varieties of apple, pear, apricot and grapes in the South and South-East of Kazakhstan. Almaty. 2012:1-120 (*in Russian*).
19. Pankin M.I., Petrov V.S., Lukianova A.A., Ilnitskaya E.T., Nikulushkina G.E., Kovalenko A.G., Bolshakov V.A. The Anapa ampelographic collection is the largest center of vine gene pool accumulation and research in Russia. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(1):54-59. DOI 10.18699/VJ18.331 (*in Russian*).
20. Lazarevskiy M.A. Study of grape varieties. Rostov-on-Don: Rostov University. 1963:1-152 (*in Russian*).
21. Prostoserdiv N.N. Study of grapevine to define its applicability (uvology). M.: Pishchepromizdat. 1963:1-80 (*in Russian*).
22. Ampelography of the USSR. Domestic grape varieties. Edited by Golodriga P.Ya. M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost. 1984:404-406 (*in Russian*).
23. Grape variety 'Dostoinnyy'. Electronic resource. Access mode: <https://azosviv.info/sorta/dostoinnyy.html> (Date of application 04.04.2022).
24. Grape variety 'Galahad'. Electronic resource. Access mode: <https://vinograd.info/sorta/stolovye/galahad.html> (Date of application 04.04.2022).
25. Ampelography of the USSR. Rare grape varieties. Edited by Negrul A.M. Vol.2. M.: Pishchevaya promyshlennost. 1965:365-368 (*in Russian*).
26. Grape variety 'Kishmish Novochoerkasskiy'. Electronic resource. Access mode: <https://vinograd.info/sorta/besemyannye/kishmish-novochoerkasskii.html> (Date of application 04.04.2022).

Информация об авторах

Людмила Георгиевна Наумова, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., зав. лабораторией ампелографии и технологической оценки сортов винограда; e-mail: LGnaumova@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5051-2616>;

Валентина Алексеевна Ганич, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории ампелографии и технологической оценки сортов винограда; e-mail: ganich1970@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3992-2873>.

Information about authors

Lyudmila G. Naumova, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Head of the Laboratory of Ampelography and Technological Evaluation of Grape Varieties; e-mail: LGnaumova@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5051-2616>;

Valentina A. Ganich, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Ampelography and Technological Evaluation of Grape Varieties; e-mail: ganich1970@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3992-2873>.

Статья поступила в редакцию 25.05.2022, одобрена после рецензии 14.06.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Оценка регенерационной способности образцов винограда (*Vitis vinifera* L.) и красной смородины (*Ribes rubrum* L.) в культуре *in vitro* для создания криоколлекции ВИР

Вержук В.Г.[✉], Ерастенкова М.В., Хохленко А.А., Агаханов М.М., Кислин Е.Н., Ухатова Ю.В.

Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), Россия, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42-44

[✉]vverzhuk@mail.ru

Аннотация. Для создания криоколлекции культурных растений на основе части коллекции ВИР, а именно – вегетативно размножаемых культур с ценными генетическими признаками, проведены исследования по совершенствованию методов длительного хранения винограда и красной смородины *in vitro*. Цель исследования состояла в оценке регенерационной способности апексов различных по происхождению сортов винограда (*Vitis vinifera* L.) и красной смородины (*Ribes rubrum* L.) в культуре *in vitro* и получении регенерирующих побегов. Опыты проведены на 9 сортах винограда и 3 сортах красной смородины, собранных в полевых генных банках в филиалах ВИР. Материалом для введения в культуру *in vitro* служили апексы в стадии активного роста, полученные из однопочковых черенков, выращенных в лабораторных условиях. По результатам исследований отмечен высокий уровень приживаемости апикальных меристем у изучаемых культур: у образцов красной смородины он был в диапазоне 66,7–80,0%, у образцов винограда – от 68,4% до 85,0%. Среди сортов винограда высокий уровень приживаемости меристем наблюдали у сорта Бианка – 85,0%. При введении в культуру *in vitro* наибольший уровень инфицированных эксплантов отмечен у сорта Шоколадный – 20%. Подобран щадящий и эффективный метод стерилизации, при котором уровень некроза тканей сводился к минимуму. Среди сортов красной смородины выделены образцы Лапландия и Осиповская, у них уровень приживаемости достигал 80,0%. У сорта Лапландия 20% эксплантов были подвержены инфекции, также наблюдали высокий уровень некроза тканей. По результатам измерения морфометрических показателей можно отметить, что по длине регенерирующих побегов у красной смородины выделен сорт Лапландия (3,0±1,8 см), у винограда – сорт Бианка (3,7±1,6 см) по данным на 30-е сутки. Полученные результаты указывают на возможность получения растительного материала в культуре *in vitro* для отработки методов криоконсервации и расширения существующей криоколлекции ВИР новыми культурами.

Ключевые слова: микроклональное размножение; виноград; красная смородина; *in vitro* коллекции; криоконсервация.

Для цитирования: Вержук В.Г., Ерастенкова М.В., Хохленко А.А., Агаханов М.М., Кислин Е.Н., Ухатова Ю.В. Оценка регенерационной способности образцов винограда (*Vitis vinifera* L.) и красной смородины (*Ribes rubrum* L.) в культуре *in vitro* для создания криоколлекции ВИР // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):214-218. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.003.

ORIGINAL RESEARCH

Evaluation of regenerative capacity of grape (*V. vinifera* L.) and red currant (*R. rubrum* L.) accessions in the culture *in vitro* for the development of VIR cryocollection

Verzhuk V.G.[✉], Erastenkova M.V., Khokhlenko A.A., Agakhanov M.M., Kislin E.N., Ukhatova Yu.V.

Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), 42-44 Bolshaya Morskaya str., 190000 St. Petersburg, Russia

[✉]vverzhuk@mail.ru

Abstract. To develop cryocollections of cultivated plants with valuable genetic traits from the existing at VIR field gene banks, the studies were carried out to improve *in vitro* grape and red currant conservation methods. The goal of this work was to evaluate regenerative capacity of grape (*Vitis vinifera* L.) and red currant (*Ribes rubrum* L.) apices in the culture *in vitro* and obtain regenerated shoot. Experiments were conducted on 9 grape varieties and 3 red currant varieties sampled in experimental stations, branches of VIR. Apexes at the stage of active vegetation obtained from single-bud cuttings grown under laboratory conditions served as the material for introduction to *in vitro* culture. Based on the research findings, a high level of apical meristem establishment was noted in the studied crops: 66.7% – 80.0% in red currant samples and 68.4%–85.0% in grape samples. In grapes, a high level of meristem establishment was observed in 'Bianca' variety – 85.0%. When introduced to *in vitro* culture, a high level of infected explants was noted in 'Shokoladny' variety – 20%. A gentle and efficient defertilization method allowing to minimize the level of tissue necrosis was chosen. In red currants, the highest level of establishment was found in 'Laplandiya' and 'Osipovskaya' varieties – 80.0%. In 'Laplandiya' variety, 20% of samples were susceptible to infection and demonstrated a high level of tissue necrosis. Following the results of morphometric indicators, it can be noted that in terms of the height of regenerated shoots after 30 days, 'Laplandiya' variety excelled in red currants (3.0±1.8 cm), and 'Bianca' variety - in grapes (3.7±1.6 cm). The results of the study reveal the possibility of obtaining plant material in the culture *in vitro* for testing cryopreservation methods and development of VIR cryocollection.

Key words: microclonal reproduction; grapes; red currant; *in vitro* collections; cryopreservation.

For citation: Verzhuk V.G., Erastenkova M.V., Khokhlenko A.A., Agakhanov M.M., Kislin E.N., Ukhatova Yu.V. Evaluation of regenerative capacity of grape (*V. vinifera* L.) and red currant (*R. rubrum* L.) accessions in the culture *in vitro* for the development of VIR cryocollection. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(3):214-218. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.003 (in Russian).

Введение

Хранение генофонда вегетативно размножаемых культур кроме полевых коллекций включает также создание дублетных коллекций, сохраняемых в контролируемых условиях – при низкой и сверхнизкой температуре, оздоровлении в условиях *in vitro* от болезней и инфекций, направленных на получение высокой жизнеспособности, регенерационной способности растений. Перспективным способом длительного хранения вегетативно размножаемых культур является криоконсервация частей растений в виде черенков, почек, пыльцы и меристем в жидком азоте (-196°C) или его парах при -183–185°C [1–3].

В настоящее время стандартов культивирования *in vitro* и криохранения не разработано, однако по всему миру продолжают работы по созданию *in vitro* и криоколлекций и оптимизации существующих методик. Методы *in vitro* играют важную роль в стратегии сохранения *ex situ* исчезающих видов и вегетативно размножаемых культур, которые, в отличие от образцов семенных коллекций, ежегодно накапливают фитопатогены и снижают свои хозяйственно ценные показатели. Одной из основных задач при сохранении генофонда культурных растений из числа вегетативно размножаемых культур является оздоровление и создание надежного дублета [3, 4].

Цель исследования состояла в проведении оценки регенерационной способности апексов винограда и красной смородины *in vitro* и получении оздоровленного материала для криоколлекций.

Актуальность данных исследований состоит в том, что в связи с потерей в 80–90 гг. XX столетия больших площадей виноградников в промышленной зоне виноградарства проводятся работы по восстановлению высокотехнологичных сортов винограда

и других плодово-ягодных культур [5]. По историческим справкам выявлено, что, начиная с 1985 г., ампелографическая коллекция винограда сократилась более чем на 200 сортов элитных форм, исчез практически весь генофонд амурского винограда (*V. amurensis* Rupr.) из коллекции ВНИИ виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко. Согласно данным Намовой (2015), к 1986 г. основная ампелографическая коллекция насчитывала 1100 сортообразцов; подвоев – 75 сортообразцов; коллекция (*V. amurensis* Rupr.) – 1500 растений; коллекция (*V. sylvestris* L.) – 15 экотипов [6]. В тот же период ампелографическая коллекция ВИР сократилась с 3500 до 600 образцов [4].

Коллекция красной смородины в ВИР насчитывает около 240 образцов и пополняется новыми поступлениями. Данная культура обладает такими ценными качествами, как скороспелость, урожайность и морозоустойчивость. В России красную смородину выращивают во многих регионах, начиная с Северного и заканчивая Северо-Кавказским. В наши исследования она была взята для отработки методики по введению образцов в культуру *in vitro* и оценки регенерационной способности [7].

Материалы и методы исследований

Исходным материалом для исследований послужила выборка из 9 сортов ампелографической коллекции, сохраняемой в условиях *ex situ* Дагестанской опытной станции – филиала ВИР (ДОС ВИР) и 3 сортов красной смородины, отобранных в различных регионах России: Полярная ОС – филиал ВИР (ПОС ВИР) и ФНЦ им. И.В. Мичурина; материал для работ с *in vitro* отбирали в НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (табл. 1).

Для успешной работы с культурой *in vitro* необходимо провести подбор режима стерилизации исход-

Таблица 1. Сорта винограда и красной смородины, взятые в изучение регенерационной способности апикальных меристем

Table 1. The varieties of grapes and red currants taken to study regenerative capacity of apical meristems

№	Сорт	№ каталога	Место сбора образца	Место происхождения образца
Красная смородина				
1	Светлана	201	г. Апатиты	ПОС ВИР
2	Лапландия	315	г. Апатиты	ПОС ВИР
3	Осиповская	-	г. Павловск	ФНЦ им. И.В. Мичурина, г. Мичуринск
Виноград				
1	Кацу Цпиц	41702	Дагестан	ДОС ВИР
2	Шоколадный	41856	Дагестан	ДОС ВИР
3	Кишмиш ВИРа	41715	Дагестан	ДОС ВИР
4	Изабелла	41805	Дагестан	ДОС ВИР
5	Виерул-59	41883	Дагестан	ДОС ВИР
6	Яй изюм белый	41646	Дагестан	ДОС ВИР
7	Цимлянский черный	41767	Дагестан	ДОС ВИР
8	Джунга	41664	Дагестан	ДОС ВИР
9	Бианка	41918	Дагестан	ДОС ВИР

Таблица 2. Уровень приживаемости меристем винограда и красной смородины на этапе введения в культуру
Table 2. The level of survival of grape and red currant meristems at the stage of introduction to the culture

№	Сорт	Количество высаженных эксплантов, шт.	Количество инфицированных эксплантов, шт.	Количество инфицированных эксплантов, %	Количество эксплантов с некрозом, шт.	Приживаемость	
						шт.	%
Красная смородина							
1	Светлана	9	0	0,0	3	6	66,7±16,7
2	Лапландия	10	2	20,0	0	8	80,0±13,3
3	Осиповская	10	0	0,0	2	8	80,0±13,3
Виноград							
1	Кацу Цпиц	20	1	5,0	2	17	85,0±8,2
2	Шоколадный	20	4	20,0	1	16	80,0±9,2
3	Кишмиш ВИРа	20	2	10,0	2	16	80,0±9,2
4	Изабелла	19	0	0,0	4	15	78,9±9,6
5	Виерул-59	20	2	10,0	2	16	80,0±9,2
6	Яй изюм белый	20	0	0,0	3	17	85,0±8,2
7	Цимлянский черный	19	2	10,5	4	13	68,4±9,6
8	Джунга	20	0	0,0	4	16	80,0±9,2
9	Бианка	20	0	0,0	3	17	85,0±8,2

ного материала. Одревесневшие черенки винограда, полученные из ДОС ВИР, проращивали в световой комнате для получения исходного материала – зеленых побегов. В работу брали побеги в стадии активного роста, с хорошо развитыми пазушными и апикальными почками. Стерилизацию проводили по схеме: 1 – промывка в проточной воде с жидким моющим средством Fairy 15–20 мин.; 2 – стерилизующий раствор (бытовой хлорсодержащий отбеливатель АСЕ, 10%), 15 мин.; 3 – отмывка стерилизующего раствора в ламинар-боксе 3 раза по 10 мин. автоклавированной водой.

При обработке методики введения винограда в культуру *in vitro* мы опирались на имеющиеся методические разработки [8]. Для введения в культуру *in vitro* использовали ранее рекомендованные питательные среды Мурасиге и Скуга с добавлением гормонов 6-БАП в концентрации 1 мг/л и для винограда [9] и 2 мг/л 6-БАП, 0,5 ИМК, 0,1 мг/л ГК для красной смородины [10]. Затем образцы помещали в световую комнату с режимом 8 ч ночь, 16 ч день и освещенностью 6 тыс. люкс.

Результаты и их обсуждение

На основании проведенных экспериментов рассчитан процент приживаемости эксплантов винограда и красной смородины. Результаты уровня приживаемости меристем на этапе введения в культуру приведены в табл. 2.

Анализ данных, представленных в табл. 2, показал высокий уровень приживаемости меристем на 14-й день после стерилизации: у образцов красной смородины он был в диапазоне 66,7%–80,0%, у сортов винограда еще больше – от 68,4% до 85,0%. Оценка

отдельно по сортам показала, что у сортов красной смородины Лапландия и Осиповская уровень приживаемости достигал 80,0%, что указывает на эффективность образцов при введении в культуру *in vitro*.

Среди сортов винограда самый высокий уровень приживаемости меристем наблюдали у сорта Бианка – 85,0%, у остальных был также высоким и составлял 80,0%. По количеству инфицированных эксплантов отмечены сорта Шоколадный (20,0%), Виерул-59 (10,0%) и Цимлянский черный (10,5%).

В течение развития побега производился учет длины всех побегов и выводилось среднее значение для каждого сорта. Данные представлены в табл. 3.

По результатам морфометрических измерений на 30-е сутки отмечено, что по длине регенерирующих побегов у красной смородины сорт Лапландия имеет наибольшую величину показателя, у винограда – сорт Бианка. Динамика развития регенерирующих побегов винограда в культуре *in vitro* на 10–30-е сутки представлена на рис.

Выводы

Для создания криоколлекции красной смородины и винограда определяющим моментом является создание *in vitro* коллекции данных культур. В настоящее время проведена работа по подбору режима стерилизации растительного материала, подобраны оптимальные среды для интенсивного развития растений в культуре *in vitro*.

Оценка динамики роста регенерирующих побегов указала на сорта винограда с высокими показателями к регенерации, что возможно повлияет на восстановление образцов после криоконсервации. По данным работы можно отобрать сорта со способ-

Таблица 3. Морфометрические показатели регенерирующих побегов

Table 3. Morphometric indicators of regenerated shoots

№	Сорт	Длина регенерирующих побегов, см				
		10-е сутки	15 дней	20-е сутки	25-е сутки	30-е сутки
Красная смородина						
1	Лапландия	0,7±0,3	1,1±0,2	2,2±1,0	2,6±1,4	3,0±1,8
2	Светлана	0,5±0,2	0,9±0,5	1,2±0,5	1,8±0,8	2,3±1,2
3	Осиповская	0,5±0,2	0,7±0,6	1,6±0,7	2,0±1,1	2,3±1,6
Виноград						
1	Кацу Цпиц	0,6±0,1	0,8±0,1	1,0±0,1	1,5±0,1	2,3±0,1
2	Шоколадный	1,1±,2	1,4±0,4	1,9±0,3	2,1±0,4	2,7±0,7
3	Кишмиш ВИРа	0,9±0,1	1,0±0,1	1,3±0,1	2,0±0,1	2,5±0,1
4	Изабелла	0,6±0,0	0,7±0,1	0,9±0,1	1,2±0,1	2,0±0,1
5	Виерул-59	0,7±0,3	1,4±0,4	1,6±0,4	2,3±0,8	2,8±0,8
6	Яй изюм белый	0,6±0,0	0,7±0,1	0,9±0,0	1,3±0,1	1,8±0,1
7	Цимлянский черный	0,7±0,2	0,8±0,1	1,0±0,1	1,6±0,1	2,0±0,1
8	Джунга	0,9±0,2	2,0±0,7	2,3±1,2	2,5±1,4	3,1±1,4
9	Бианка	0,9±0,3	1,3±0,5	1,7±0,7	2,8±1,1	3,7±1,6

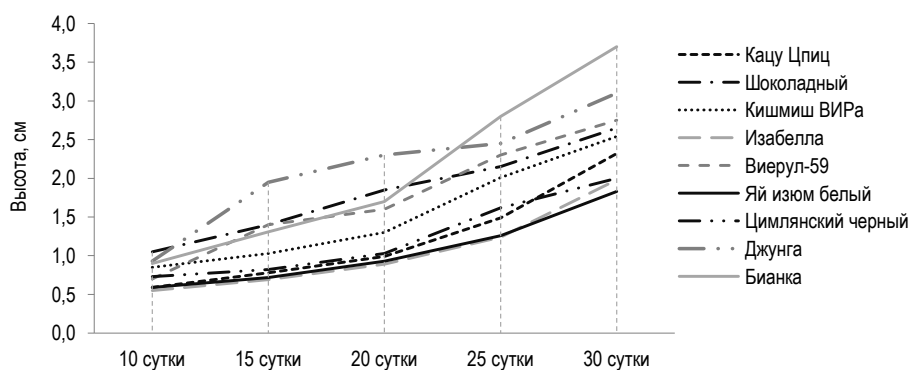


Рис. Динамика развития регенерирующих побегов винограда в культуре *in vitro* на 10–30-е сутки

Fig. Development dynamics of regenerated grape shoots in the culture *in vitro* on the 10th–30th day

ностью к ускоренному микроразмножению для получения большего количества материала на отработку методики криохранения образцов генофонда ВИР.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Tanner J. D., Chen K.Y., Bonnart R.M., Minas I.S., Volk G.M. Consideration for large-scale implementation of dormant budwood cryopreservation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PSTOC)*. 2021;144:35-48. DOI 10.1007/

s11240-020-01884-5.

2. Ухатова Ю.В., Гавриленко Т.А. Методы криоконсервации вегетативно размножаемых культурных растений // *Биотехнология и селекция растений*. 2018;1(1):52-63. DOI 10.30901/2658-6266-2018-1-52-63.

3. Verzhuk V., Pavlov A., Novikova L.Yu., Filipenko G. Viability of red (*Ribes rubrum* L.) and black (*Ribes nigrum* L.) currant cuttings in field conditions after cryopreservation in vapors of liquid nitrogen. *Agriculture*. 2020;10:476. DOI 10.3390/agriculture10100476.

4. Кислин Е.Н., Носульчак В.А., Дзюбенко Н.И. Ампелографическая

коллекция ВИР им. Н.И. Вавилова. Прошлое, настоящее и будущее // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2015;3:14-16.

5. Волынкин В.А., Зленко В.А., Олейников Н.П., Лиховской В.В., Модонкаева А.З. Морозоустойчивость генетически рознородного генофонда винограда различных ботанических таксонов // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2012;1:2-4.

6. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Из истории ампелографической коллекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2015;(3):2-4.

7. Заварихина Е.А., Ситников М.Н. Анализ жизнеспособности красной смородины в условиях *in vitro* // *NovalInfo*. 2019;105:7-8.

8. Медведева Н.И., Поливарова Н.В., Трошин Л.П. Методические рекомендации по микроклональному размножению

- винограда *in vitro* // Научный журнал КубГАУ. 2010;62(8): 314-326.
9. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*. 1962;15:473-497. DOI 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.
 10. Sedlak J., Paprstein F. *In vitro* establishment and proliferation of red currant cultivar 'Detvan'. *Acta Horticulturae*. 2012;946:387-390. DOI 10.17660/ActaHortic.2012.946.
- ### References
1. Tanner J.D., Chen K.Y., Bonnart R.M., Minas I.S., Volk G.M. Consideration for large-scale implementation of dormant budwood cryopreservation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 2021;144:35-48. DOI 10.1007/s11240-020-01884-5.
 2. Ukhatova Yu.V., Gavrilenko T.A. Cryoconservation methods for vegetatively propagated crops. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2018;1(1):52-63. DOI 10.30901/2658-6266-2018-1-52-63 (*in Russian*).
 3. Verzhuk V., Pavlov A., Novikova L.Yu., Filipenko G. Viability of red (*Ribes rubrum* L.) and black (*Ribes nigrum* L.) currant cuttings in field conditions after cryopreservation in vapors of liquid nitrogen. *Agriculture*. 2020;10:476. DOI 10.3390/agriculture10100476.
 4. Kislin E.N., Nosulchak V.A., Dzyubenko N.I. Ampelographic collection of the Vavilov Institute: past, present and future. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;3:14-16 (*in Russian*).
 5. Volynkin V.A., Zlenko V.A., Oleinikov N.P., Likhovskoi V.V., Modonkayeva A.E. Frost resistance of genetically diverse grape genofond belonging to different botanical taxons. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2012;1:2-4 (*in Russian*).
 6. Naumova L.G., Ganich V.A. Past and present of ampelographical collections of ARRIV&W. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;(3):2-4 (*in Russian*).
 7. Zavarikhina E.A., Sitnikov M.N. Analysis of red currant viability under *in vitro* conditions. *NovaInfo*. 2019;105:7-8 (*in Russian*).
 8. Medvedeva N.I., Polivara N.V., Troshin L.P. Methodical recommendation on microclonal propagation of *in vitro* grape variety. *Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2010;62:314-326 (*in Russian*).
 9. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*. 1962;15:473-497. DOI 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.
 10. Sedlak J., Paprstein F. *In vitro* establishment and proliferation of red currant cultivar 'Detvan'. *Acta Horticulturae*. 2012;946:387-390. DOI 10.17660/ActaHortic.2012.946.

Информация об авторах

Владимир Григорьевич Вержук, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории длительного хранения генофонда растений; e-мейл: vverzhuk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6891-6272>;

Мария Викторовна Ерастенкова, аспирант, ведущий специалист лаборатории длительного хранения генофонда растений; e-мейл: merastenkova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7328-437X>;

Анна Андреевна Хохленко, бакалавр, лаборант-исследователь лаборатории длительного хранения генофонда растений; e-мейл: annhohlenko@yandex.ru;

Магамедгусейн Магамедганифович Агаханов, канд. биол. наук, науч. сотр. отдела плодовых культур; e-мейл: m.agahanov@vir.nw.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2438-9156>;

Евгений Николаевич Кислин, канд. биол. наук, науч. сотр. отдела плодовых культур; e-мейл: kislin@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1832-894x>;

Юлия Васильевна Ухатова, канд. биол. наук, зав. ЦКП «Лаборатория искусственного выращивания и оздоровления генофонда растений», зам. директора по научно-организационной работе; e-мейл: y.ukhatova@vir.nw.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9366-0216>.

Information about authors

Vladimir G. Verzhuk, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Plant Genetic Diversity Long-Term Storage; e-mail: vverzhuk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6891-6272>;

Maria V. Erastenkova, Postgraduate Student, Leading Specialist, Laboratory of Plant Genetic Diversity Long-Term Storage; e-mail: merastenkova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7328-437X>;

Anna A. Khokhlenko, Bachelor of Science, Laboratory Research Assistant, Laboratory of Plant Genetic Diversity Long-Term Storage; e-mail: annhohlenko@yandex.ru;

Magamedgusein M. Agahanov, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Department of Fruit Crops; e-mail: m.agahanov@vir.nw.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2438-9156>;

Evgeny N. Kislin, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Department of Fruit Crops; e-mail: kislin@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1832-894x>;

Yulia V. Ukhatova, Cand. Biol. Sci., Head of the Laboratory of Artificial Growing and Health Improvement of Plant Genetic Diversity, Deputy Director for Scientific and Organizational Work; e-mail: y.ukhatova@vir.nw.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9366-0216>.

Статья поступила в редакцию 29.07.2022, одобрена после рецензии 17.08.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Применение регрессионного анализа для изучения влияния происхождения подвоев на совместимость сорто-подвойных комбинаций винограда

Потанин Д.В.^{1✉}, Иванова М.И.², Иванченко В.И.¹, Замета О.Г.¹

¹Агротехнологическая академия Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное

²Центр агрохимической службы «Крымский», Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 75/1

✉potanin.07@mail.ru

Аннотация. С целью определения влияния сортовых признаков подвоев и привоев, применяемых при производстве саженцев, на выход привитого стандартного посадочного материала проведен многомерный кросскорреляционный анализ. Опыты проведены на четырех сортах привоев и пяти сортах подвоев в условиях прививочного комплекса и открытой грунтовой школки. В качестве функций использовались: в первом случае – выход стандартных привитых черенков после стратификации, во втором случае – выход стандартного привитого посадочного материала винограда. В качестве параметров регрессии использовалось цифровое кодирование наличия геноплазмы изучаемых сортов или их известных родительских форм в каждом элементе привитой комбинации. Разработаны регрессионные модели влияния генотипа подвойных и привойных сортов на приживаемость привитых стратифицированных черенков винограда (с точностью 69,69%) и на выход стандартных привитых саженцев из открытого питомника (точность 64,96%). Установлено отрицательное влияние наличия геноплазмы вида винограда *Vitis rupestris* и привойного сорта Мальбек на аффинитет и выход как стандартных стратифицированных привитых черенков, так и стандартных привитых саженцев. Установлено положительное влияние вида винограда *Vitis riparia* и привойного сорта Вионье на выход стандартных привитых саженцев винограда. В связи с увеличением воздействия неконтролируемых факторов внешней среды в условиях открытой грунтовой школки и наличием ранее удаленных неприжившихся привитых черенков, снижается влияние генетических факторов на выход стандартных саженцев в сравнении с производством стратифицированных привитых черенков. Представленные подходы разработки регрессионных моделей могут использоваться для прогнозирования уровней совместимости сорто-подвойных комбинаций в научном и производственном процессах.

Ключевые слова: виноград; сорто-подвойные комбинации; генотип; регрессионный анализ; корреляционная зависимость; выход стандартного посадочного материала.

Для цитирования: Потанин Д.В., Иванова М.И., Иванченко В.И., Замета О.Г. Применение регрессионного анализа для изучения влияния происхождения подвоев на совместимость сорто-подвойных комбинаций винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):219-226. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.004.

The use of regression analysis to study the effect of the origin of rootstocks on compatibility of variety-rootstock combinations of grapes

Potanin D.V.^{1✉}, Ivanova M.I.², Ivanchenko V.I.¹, Zameta O.G.¹

¹Agrotechnological Academy of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», Agrarnoye village, 295492 Simferopol, Republic of Crimea, Russia

²Center of Agrochemical Service Krymskiy, 75/1 Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, Russia

✉potanin.07@mail.ru

Abstract. In order to determine the effect of varietal characteristics of rootstocks and grafts, used in the production of seedlings, on the yield of grafted standard planting material, a multidimensional cross-correlation analysis was carried out. The experiments were carried out on four varieties of grafts and five varieties of rootstocks in the conditions of grafting complex and an open-earth nursery. The following functions were used: in the first case, the yield of standard grafted cuttings after stratification; in the second case, the yield of standard grafted grape planting material. Digital coding of genoplasm presence in the studied varieties or in their known parental forms in each element of grafted combination was used as regression parameters. Regression models of influence of the genotype of rootstock and graft varieties on survival rate of grafted stratified grape cuttings (with an accuracy of 69.69%) and on the yield of standard grafted seedlings from an open-earth nursery (accuracy of 64.96%) were developed. The negative effect of presence of *Vitis rupestris* grape species and 'Malbec' graft variety genoplasm on the affinity and yield of both standard stratified grafted cuttings and seedlings was established. The positive effect of *Vitis riparia* grape species and 'Viognier' graft variety on the yield of standard grafted grape seedlings was established. Due to the increase in the influence of uncontrolled environmental factors in an open-earth nursery, as well as previously removed solute grafted cuttings, the effect of genetic factors on the yield of standard seedlings decreases in comparison with production of stratified grafted cuttings. The presented approaches to the development of regression models can be used in long-term forecasting of compatibility levels of variety-rootstock combinations in scientific and production processes.

Key words: grapes; variety-rootstock combinations; genotype; regression analysis; correlation dependence; yield of standard planting material.

For citation: Potanin D.V., Ivanova M.I., Ivanchenko V.I., Zameta O.G. The use of regression analysis to study the effect of the origin of rootstocks on compatibility of variety-rootstock combinations of grapes. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):219-226. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.004 (in Russian).

Введение

Вопрос изучения совместимости сорто-подвойных комбинаций является теоретически и практически важным, поскольку от его решения зависит производство конечной продукции привитых растений [1]. В частности, совместимость культурных сортов винограда с карбонатоустойчивыми подвоями влияет не только на продуктивность самих насаждений, но также на срок их эксплуатации и качество винодельческой продукции, производимой из винограда [2].

После введения в производство привитой культуры винограда и, соответственно, внедрения подвойных сортов, было установлено, что не все культурные сорта имеют нормальное развитие в сравнении с корнесобственной культурой, а в некоторых случаях, именно в зависимости от подвоев, спектр таких не полностью совместимых привоев более широк [3–5]. В частности, подвойный сорт Шасла х Берландиери 41Б имеет большой спектр слабо совместимых с ним привойных сортов в сравнении с другими подвойными формами [6]. С другой стороны, также было установлено, что отдельные привойные сорта имеют различный размах по совместимости с подвоями. Исследования в этом направлении показали, что совместимость может контролироваться генотипом прививочных компонентов на уровне как отдельных генов (моногенные взаимодействия), так и на полигенном уровне [7–9]. Естественно, зная генетические особенности отдельных компонентов, можно провести предварительное прогнозирование их поведения при совмещении в единое растение в виде привитых трансплантов [10–12].

В свете развития цифровых технологий появляются возможности использования различных математических методов статистического и вариационного анализа для предварительного расчета вероятностей степени совместимости той или иной комбинации [13]. При этом уже пытаются применять методы кластерного анализа генотипов [14], а также проводятся попытки поиска взаимосвязей между влиянием видовых особенностей на развитие проводящей системы лозы, что в дальнейшем определяет уровень совместимости [15]. При этом нами не было найдено подходов использования регрессионного анализа для изучения влияния генотипов подвойных и привойных сортов на уровень совместимости при их комбинации. С нашей точки зрения, необходимо оценить возможность применения именно этого математического аппарата для прогноза аффинитета сортов винограда в прививочных комбинациях [16].

Цель работы. При помощи многомерного кросс-корреляционного анализа оценить влияние сортовых признаков подвойных и привойных сортов, применяемых при производстве саженцев на выход привитого стандартного посадочного материала.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2018–2021 гг. на базе прививочного комплекса кафедры плодовоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологической академии» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вер-

надского». Объектами исследований были лозы подвойных и привойных сортов винограда, из которых в дальнейшем производились привитые черенки, а также выращенные в условиях открытой грунтовой школки стандартные однолетние саженцы сорто-подвойных комбинаций винограда, представленные техническими районированными сортами Сира, Мальбек, Каберне-Совиньон и перспективным Вионье, привитые на районированных подвойных сортах Берландиери х Рупестрис Рюгжери 140, Берландиери х Рипариа Кобер 5ББ, Берландиери х Рипариа СО₄, Рипариа х Рупестрис 101-14 и Шасла х Берландиери 41Б.

Для проведения регрессионного анализа [17] выбран в качестве функции выход стандартного посадочного материала (в %) от количества высаженных в открытую грунтовую школку стратифицированных привитых черенков. В качестве показателей сортовых особенностей у подвойных сортов проводилось оцифровывание наличия в генотипе различных видов или сортов винограда в качестве родителей, у привойных сортов вводились параметры наличия самого изучаемого сорта. Полученные результаты занесены в базу данных расчетной программы, которая разработана авторами данной статьи и в дальнейшем осуществлен выбор оптимальной регрессионной модели по наиболее плотному коэффициенту корреляции [16].

Результаты и их обсуждение

С точки зрения вариационной статистики, любой параметр исследования, если он введен в функцию правильно, может показать влияние со связанным с ним изучаемым фактором. Главной задачей при этом является именно правильная оцифровка данных, вводимых в расчет. Однако на сегодня еще не все ученые в полной мере владеют математическим аппаратом вариационной статистики в полной мере. Так, исследования по аффинитету винограда, несмотря на то, что проводятся уже более полутора столетий, до сих пор в основном носят описательный и констатирующий характер. Это приводит к тому, что в ходе проведения исследований в реальных полевых условиях затрачиваются излишние ресурсы на изучение совместимости комбинаций в условиях питомника, а после этого и в условиях многолетних насаждений. Такой подход, хотя и является самым надежным, требует больших затрат времени, привлечения дополнительных площадей под питомниками и включения в исследовательский процесс насаждений для продолжительного выращивания кустов, которые в случае несовместимости компонентов могут отличаться высокой степенью изреженности, давать низкие или некачественные по кондициям гроздей и ягод урожаи. С другой стороны, включив предварительный прогноз поведения сортов подвоев и привоев по их совместимости, можно сократить исследовательский процесс, останавливаясь исключительно на совместимых комбинациях либо уточняя созданную модель влияния геноплазмы сортов и внедряя отдельные сорто-подвойные комбинации в производство.

Для создания базы данных и последующего про-

ведения регрессионного анализа использовалась ранее разработанная программа, осуществляющая логический выбор оптимальных моделей изучения процессов. В программное обеспечение и алгоритмы включены регрессионные модели по следующим ниже формулам.

Линейная:

$$Y = a_0 + a_1 * X_1 + \dots + a_n * X_n \quad (1)$$

Обратная:

$$Y = a_0 + a_1 / X_1 + \dots + a_n / X_n \quad (2)$$

Обратная 2:

$$Y = 1 / (a_0 + a_1 * X_1 + \dots + a_n * X_n) \quad (3)$$

Линия степени 1/2 (коренная):

$$Y = a_0 + a_1 * \sqrt{X_1} + \dots + a_n * \sqrt{X_n} \quad (4)$$

Линия степени 1/2 (коренная 2):

$$Y = \sqrt{a_0 + a_1 * X_1 + \dots + a_n * X_n} \quad (5)$$

Логарифмическая:

$$Y = a_0 + a_1 * \log X_1 + \dots + a_n * \log X_n \quad (6)$$

Экспоненциальная:

$$Y = \exp(a_0 + a_1 * X_1 + \dots + a_n * X_n) \quad (7)$$

Степенная:

$$Y = a_0 + x_1^{a_1} + \dots + x_n^{a_n} \quad (8)$$

Показательная:

$$Y = a_0 + a_1^{x_1} + \dots + a_n^{x_n} \quad (9)$$

В ходе проведения просчета моделей на уже имеющемся исследовательском материале использовался двухэтапный подход. На первом этапе выявлялось влияние генотипа подвойных и привойных сортов на выход стандартных привитых черенков после стратификации (в формуле модели X31) по ГОСТ 28181-89, при этом функцией был процент выхода стандартных стратифицированных привитых черенков (табл. 1). На втором этапе расчета, который считается финальным для нашего исследования, была создана модель влияния генотипа подвойных и привойных сортов на выход стандартного посадочного материала (в формуле модели X42) из виноградной школки (в %). Для оцифровывания наличия сортовых признаков подвоя и привоя нами принято учитывать наличие или отсутствие геноплазмы отдельных исходных видов или сортов в виде Булевой математики: при наличии таковой у исходного вида напротив сорта выставлялось значение «1», а в случае отсутствия – «0». Таким образом, учитывая, что подвойные сорта, включенные в исследования, несут в себе признаки четырех основных генотипов – *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. berlandieri*, *V. vinifera* var. *Chasselas*, а также сорт Шасла, то шифр-код подвойных сортов состоял из четырех цифр. К примеру, у подвойного сорта Берландиери х Рипариа Кобер 5ББ цифровой шифр-код имел вид – «1010», а у Рипариа х Рупестрис 101-14 – «1100».

Данные вводились в базу с объединением других биометрических результатов исследований, которые не включались в непосредственный расчет решения поставленной здесь задачи и при разработке моделей участия не принимали. Достоверность модели определялась по уровню общей корреляции. При этом программа в автоматическом режиме выбирала наи-

более достоверную по уровню корреляционной зависимости модель и представляла ее исследователю. Также осуществлялся расчет коэффициентов вариации каждого из изучаемых показателей (табл. 2) и индивидуальный коэффициент корреляции между каждым из них со значением функции.

В качестве показателей генотипов подвойных и привойных сортов винограда в модель были включены:

X1 – наличие в подвойном сорте геноплазмы *Vitis riparia* (1 – при наличии, 0 – при отсутствии);

X2 – наличие в подвойном сорте геноплазмы *Vitis rupestris* (1 – при наличии, 0 – при отсутствии);

X3 – наличие в подвойном сорте геноплазмы *Vitis berlandieri* (1 – при наличии, 0 – при отсутствии);

X4 – наличие в подвойном сорте геноплазмы *Vitis vinifera* var. *Chasselas* (1 – при наличии, 0 – при отсутствии);

X5 – привойный сорт Сира (1 – при наличии, 0 – при отсутствии);

X6 – привойный сорт Вионье (1 – при наличии, 0 – при отсутствии);

X7 – привойный сорт Мальбек (1 – при наличии, 0 – при отсутствии);

X8 – привойный сорт Каберне-Совиньон (1 – при наличии, 0 – при отсутствии).

В ходе проведения расчета установлено, что среди подвойных сортов в их генотипе чаще всего представлен вид *V. berlandieri* (табл. 2), а менее всего – формы с привлечением сорта Шасла. Среди функциональных параметров наиболее стабильным оказался выход стандартных привитых черенков (коэффициент вариации составляет 23,95%).

Это объясняется тем, что привитые черенки проходили стратификацию в контролируемых условиях по температурному, влажностному и световому режимам, что снизило вероятность влияния неконтролируемых факторов на конечные результаты. Несколько большее варьирование (39,2%) показали результаты по выходу стандартного посадочного материала от количества высаженных привитых стратифицированных черенков. Это связано в основном с большим влиянием неконтролируемых факторов, таких как погода и почва, в условиях открытой грунтовой школки. При этом в отдельные годы (2019 и 2020 гг.), высокие температуры на фоне низкой относительной влажности воздуха неблагоприятно сказывались на приживаемость, рост и развитие стандартных саженцев винограда.

Подбор оптимальной регрессионной модели влияния генотипа сорто-подвойных комбинаций на выход стандартных привитых черенков показал, что для изучаемых комбинаций она имеет обратную функцию и имеет вид:

$$X31 = 1 / (0,0046 + 0,0047 * X1 + 0,0085 * X2 + 0,0051 * X3 + 0,0070 * X4 - 0,0023 * X5 - 0,0027 * X6 + 0,0032 * X7 - 0,0010 * X8) \quad (10)$$

При этом коэффициент множественной корреляции составляет 0,6969 ($d=r^2=0,4857$) при $F=6,0210$, где F – критерий значимости уравнения регрессии

Таблица 1. Фактические данные исследования по совместимости сорто-подвойных комбинаций винограда в условиях прививочного комплекса и открытой виноградной школки, включенные в расчет регрессионных моделей

Table 1. Actual research data on compatibility of variety-rootstock combinations of grapes in the conditions of grafting complex and an open-earth grape nursery, included in the calculation of regression models

Наименование подвоя	Наименование сорта	Выход стандартных привитых черенков (%)				Выход стандартных саженцев от количества высаженных в школку (%)			
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее многолетнее	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее многолетнее
Рипария х Рупестрис 101-14	Сира	44,44	41,11	55,00	46,85	42,86	25,00	68,33	45,40
	Вионье	68,89	63,89	85,56	72,78	79,17	45,00	93,33	72,50
	Мальбек	50,00	46,67	61,67	52,78	53,57	15,00	80,00	49,52
	Каберне-Совиньон	60,56	55,56	75,00	63,70	66,67	35,00	81,67	61,11
Шасла х Берландиери 41Б	Сира	71,67	66,67	88,89	75,74	50,94	55,88	79,41	62,08
	Вионье	74,44	69,44	92,22	78,70	53,33	71,79	89,74	71,62
	Мальбек	45,56	42,22	56,67	48,15	35,29	23,08	48,72	35,70
	Каберне-Совиньон	58,89	53,89	72,78	61,85	56,25	58,97	76,92	64,05
Берландиери х Рипария СО ₄	Сира	87,22	80,56	100,00	89,26	62,50	61,67	81,67	68,61
	Вионье	58,89	53,89	72,78	61,85	52,00	68,33	88,33	69,56
	Мальбек	70,00	65,00	87,22	74,07	47,06	43,33	61,67	50,69
	Каберне-Совиньон	78,33	72,78	96,11	82,41	60,42	81,67	85,00	75,69
Берландиери х Рипария Кюбер 5ББ	Сира	78,89	73,33	97,78	83,33	60,00	58,33	90,00	69,44
	Вионье	91,11	84,44	100,00	91,85	64,15	85,00	91,67	80,27
	Мальбек	57,22	52,78	71,11	60,37	40,82	56,67	78,33	58,61
	Каберне-Совиньон	60,56	55,56	75,00	63,70	64,15	85,00	91,67	80,27
Берландиери х Рупестрис Рюгжери 140	Сира	70,00	65,00	86,67	73,89	58,33	11,67	68,33	46,11
	Вионье	69,44	64,44	86,67	73,52	73,68	23,33	78,33	58,45
	Мальбек	36,67	33,33	45,00	38,33	7,14	5,00	31,67	14,60
	Каберне-Совиньон	61,11	56,11	75,56	64,26	47,06	20,00	60,00	42,35
НСР ₀₅ А (подвойный сорт)		1,50				0,29			
НСР ₀₅ В (привойный сорт)		1,34				0,26			
НСР ₀₅ С (влияние года)		1,16				0,23			
НСР ₀₅ Взаимодействие факторов АВ		2,32				0,45			
НСР ₀₅ Взаимодействие факторов АС		2,60				0,51			
НСР ₀₅ Взаимодействие факторов ВС		3,00				0,59			
НСР ₀₅ Взаимодействие факторов АВС		3,00				0,59			
НСР ₀₅ Для оценки существенности частных различий		5,20				1,02			

(табличное значение F=2,1270). Это свидетельствует о тесной связи между генотипом и выходом стандартных привитых черенков.

Анализ влияния отдельных генотипов подвойных и привойных сортов показал (табл. 3), что на выход стандартных стратифицированных привитых черенков существенно оказывают влияние подвойные сорта, имеющие геноплазму *Vitis rupestris* с отрицательной коррелятивной связью минус 35,7%, а также привойный сорт Мальбек (минус 46,6%).

Остальные генотипы среди изучаемых сортов не имеют существенной индивидуальной коррелятивной связи с выходом привитых черенков, но необходимы для включения в общую математическую модель. Именно потому, что наибольшее влияние ока-

зывают генотипы с отрицательной коррелятивной связью, общая модель является обратной.

Иная регрессионная модель складывается при включении в качестве функции выхода стандартного посадочного материала (от количества, высаженного в школку) при F=5,4244, где F – критерий значимости уравнения регрессии (табличное значение F=2,1940):

$$X_{42} = \exp(-38,2028 + 21,4819 \cdot X_1 + 20,6930 \cdot X_2 + 20,9307 \cdot X_3 + 21,3250 \cdot X_4 + 0,2302 \cdot X_6 - 0,4705 \cdot X_7 + 0,0665 \cdot X_8). \quad (11)$$

Данная модель уже является экспоненциальной, поскольку относительно равномерно распределяется отрицательное влияние генотипов, показанных в предыдущей модели, а также отражается положительная корреляционная связь от включения в сорто-подвой-

Таблица 2. Статистический отчет о базе данных

Table 2. Database statistical report

Переменная	Среднее	Медиана	Коэффициент вариации, %	Среднее квадратическое отклонение	Ошибки среднего	Минимум	Максимум	Асимметрия	Экссесс
X42	57,884	60,000	39,196	22,688	2,929	5,000	93,330	-0,532	-0,500
X31	67,871	69,165	23,950	16,255	2,099	33,330	100,000	0,061	-0,639
X1	0,600	1,000	81,650	0,490	0,063	0,000	1,000	-0,408	-1,833
X2	0,400	0,000	122,474	0,490	0,630	0,000	1,000	0,408	-1,833
X3	0,800	1,000	50,000	0,400	0,052	0,000	1,000	-1,500	0,250
X4	0,217	0,000	190,142	0,412	0,053	0,000	1,000	1,375	-0,108
X5	0,250	0,000	173,205	0,433	0,056	0,000	1,000	1,155	-0,667
X6	0,250	0,000	173,205	0,433	0,056	0,000	1,000	1,155	-0,667
X7	0,250	0,000	173,205	0,433	0,056	0,000	1,000	1,155	-0,667
X8	0,250	0,000	173,205	0,433	0,056	0,000	1,000	1,155	-0,667

Таблица 3. Корреляционная матрица влияния генотипа на выход стандартных стратифицированных привитых черенков винограда

Table 3. Correlation matrix of the genotype effect on the yield of standard stratified grafted cuttings of grapes

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
	<i>Vitis riparia</i>	<i>Vitis rupestris</i>	<i>Vitis berlandieri</i>	<i>Chasselas</i>	Сира	Вионье	Мальбек	Каберне-Совиньон
X31	0,179	-0,357	0,272	-0,111	0,211	0,279	-0,466	-0,024
X1	1,000	-0,167	-0,408	-0,562	0,000	0,000	0,000	0,000
X2	-0,167	1,000	-0,612	-0,347	0,000	0,000	0,000	0,000
X3	-0,408	-0,612	1,000	0,162	0,000	0,000	0,000	0,000
X4	-0,562	-0,347	0,162	1,000	0,070	-0,023	-0,023	-0,023
X5	0,000	0,000	0,000	0,070	1,000	-0,333	-0,333	-0,333
X6	0,000	0,000	0,000	-0,023	-0,333	1,000	-0,333	-0,333
X7	0,000	0,000	0,000	-0,023	-0,333	-0,333	1,000	-0,333
X8	0,000	0,000	0,000	-0,023	-0,333	-0,333	-0,333	1,000

ные комбинации (табл. 4). Такими существенно положительными связями характеризуются генотипы подвойного сорта, в который включен *Vitis riparia* (30,6%), а среди привойных сортов у Вионье (32,1%).

Общий множественный коэффициент корреляции этой модели несколько ниже предыдущей и составляет 0,6496 ($d=r^2=0,4220$). Это, в первую очередь, может объясняться тем, что на течение самих процессов формирования стандартного посадочного материала в условиях открытой грунтовой школки уже оказывают влияние не только генетические особенности подвойных и привойных сортов, формирующие связи соединительных систем (проводящие пучки, нарастание древесины, укрепление тканей мест срастания и др.), но также и ответы самих индивидуальных частей растений на факторы внешней среды.

С другой стороны, влияние генотипа на точность модели может также уменьшаться за счет того, что у винограда, как и у других многолетних привитых растений, проявления аффинитета с возрастом онтогенеза новых растений снижаются за счет постепенного

удаления нежизнеспособных растений. Так, в процессе проведения стратификации привитых черенков в условиях прививочного комплекса уже был произведен отбор растений, наиболее остро реагирующих на отторжение тканей имплантов. Соответственно, в дальнейшем вероятность подобного отторжения тканей будет лишь снижаться. При этом, естественно, что влияние генотипов как таковых, будет уменьшаться и вступать во взаимодействие с другими факторами внешней среды.

Приведенные результаты исследований показывают принципиальную возможность применения математических моделей для предварительного прогноза процессов аффинитета в зависимости от генотипа компонентов, из которых будут создаваться новые привитые растения. Естественно, что данные модели могут лишь отображать результаты совместимостей тех генотипов, которые включены в них и для расширения точности прогнозирования нуждаются в создании новых, более глобальных математических моделей, которые могли бы обеспечить прогностичность

Таблица 4. Корреляционная матрица влияния генотипа на выход стандартного привитого посадочного материала винограда из грунтовой школки

Table 4. Correlation matrix of the genotype effect on the yield of standard grafted planting material of grapes from an open-earth nursery

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
	<i>Vitis riparia</i>	<i>Vitis rupestris</i>	<i>Vitis berlandieri</i>	<i>Chasselas</i>	Сира	Бионье	Мальбек	Каберне-Совиньон
X42	0,306	-0,328	0,017	0,01	0,077	0,321	-0,409	0,077
X1	1,000	-0,167	-0,408	-0,562	0,000	0,000	0,000	0,000
X2	-0,167	1,000	-0,612	-0,347	0,000	0,000	0,000	0,000
X3	-0,408	-0,612	1,000	0,162	0,000	0,000	0,000	0,000
X4	-0,562	-0,347	0,162	1,000	0,070	-0,023	-0,023	-0,023
X5	0,000	0,000	0,000	0,070	1,000	-0,333	-0,333	-0,333
X6	0,000	0,000	0,000	-0,023	-0,333	1,000	-0,333	-0,333
X7	0,000	0,000	0,000	-0,023	-0,333	-0,333	1,000	-0,333
X8	0,000	0,000	0,000	-0,023	-0,333	-0,333	-0,333	1,000

как можно большего генотипа растений. Однако, как ранее утверждалось, пока данное направление еще не получило распространения и находится только на стадии своего развития, как и другие направления цифровизации в науке и работы с большими массивами данных (БМД) для математической и статистической обработки. Поэтому в данном направлении следует проводить работу по накоплению и расширению цифровой базы данных сортовых генотипов и результативности их влияния на аффинитет растений с целью разработки новых прогностических моделей. При этом, когда подобные базы данных будут достаточно наполнены, можно осуществлять предварительный прогноз течения процессов аффинитета, роста и развития растений, отсекал явно несовместимые комбинации, вводя их в мелкоделяночное изучение, а явно совместимые, по данным этих же моделей, внедрять в промышленное производство. Это позволит в перспективе решить вопрос ускорения исследовательского процесса, а также быстрого внедрения в промышленное производство новых сортов и подвоев.

Кроме этого, имея подобные базы данных, а также учитывая особенности конкретных условий выращивания сортов подвоев и привоев, можно улучшить и гибридизационный процесс при выведении новых культурных форм винограда. Учитывая почвенные условия, селекционер подбирает те формы, которые отвечают требованиям нормального роста и развития корневых систем в почве. Однако в случае создания баз данных можно спрогнозировать также и влияние родительских форм на совместимость с ассортиментом привойных сортов, которые выращиваются в данной местности или считаются перспективными для внедрения. Точно так же и при выведении привойных сортов – наличие в них различных видов родительских форм на основе регрессионных моделей, представленных в формулах 10 и 11, позволит

спрогнозировать, с какими подвоями они могут быть совместимы и отвечает ли подобная совместимость требованиям к внедрению в производство в каком-то конкретном регионе.

Выводы

Разработаны регрессионные модели влияния генотипа подвойных и привойных сортов на приживаемость привитых стратифицированных черенков винограда (с точностью 69,69%) и на выход стандартных привитых саженцев из открытой грунтовой школки (точность 64,96%).

Установлено отрицательное влияние геноплазмы вида винограда *Vitis rupestris* и привойного сорта Мальбек на аффинитет и выход как стандартных стратифицированных привитых черенков, так и стандартных привитых саженцев.

Установлено положительное влияние геноплазмы вида винограда *Vitis riparia* и привойного сорта Бионье на выход стандартных привитых саженцев винограда.

В связи с увеличением воздействия неконтролируемых факторов внешней среды в условиях открытой грунтовой школки и наличием ранее удаленных неприжившихся привитых черенков, снижается влияние генетических факторов на выход стандартных саженцев в сравнении с производством стратифицированных привитых черенков.

Представленные подходы разработки регрессионных моделей могут использоваться в перспективном прогнозировании уровней совместимости сорто-подвойных комбинаций в научном и производственном процессе.

Источник финансирования

Работа выполнена при поддержке гранта Государственного Совета Республики Крым молодым ученым Республики Крым в номинации «Сельскохозяйственные науки» проект «Разработка универсальных способов ранней диагностики совместимости

сорто-подвойных комбинаций винограда» на основании Постановления Президиума Государственного Совета Республики Крым № п66-2/20 от 04.02.2020 г.

Financing source

The work was carried out with the support of the State Council of the Republic of Crimea Grant to young scientists of the Republic of Crimea in the nomination "Agricultural Sciences" project "Development of universal methods for early diagnosis of compatibility of variety-rootstock combinations of grapes" on the basis of the Presidium of State Council of the Republic of Crimea Decree No. p66-2/20 dated 04.02.2020.

Конфликт интересов

Иванова М.И. – проведение научно-исследовательских работ при поддержке гранта Государственного Совета Республики Крым молодым ученым Республики Крым в номинации «Сельскохозяйственные науки» проект «Разработка универсальных способов ранней диагностики совместимости сорто-подвойных комбинаций винограда» на основании Постановления Президиума Государственного Совета Республики Крым № п66-2/20 от 04.02.2020 г., другие авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

Ivanova M.I. – carrying out research works with the support of the State Council of the Republic of Crimea Grant to young scientists of the Republic of Crimea in the nomination "Agricultural Sciences" project "Development of universal methods for early diagnosis of compatibility of variety-rootstock combinations of grapes" on the basis of the Presidium of State Council of the Republic of Crimea Decree No. p66-2/20 dated 04.02.2020, other authors stated no conflict of interest.

Список литературы

1. Vršič S., Pulko B., Kocsis L. Effects of rootstock genotypes on compatibility, biomass, and the yield of Welschriesling. *Horticultural Science*. 2016;43(2):92–99. DOI 10.17221/141/2015-HORTSCI.
2. Waite H., Whitelaw-Weckert M., Torley P. Grapevine propagation: Principles and methods for the production of high-quality grapevine planting material. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 2015;43(2)144–161. DOI 10.1080/01140671.2014.978340.
3. Жуков А.И., Перов Н.Н., Ильяшенко Н.Н. Привитая культура винограда. М.: Росагропромиздат. 1989:1–160.
4. Bianchi D., Grossi D., Tincani D.T.G., Di Lorenzo G.S., Brancadoro L., Rustioni L. Multi-parameter characterization of water stress tolerance in *Vitis* hybrids for new rootstock selection. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018;132:333–340. DOI 10.1016/j.plaphy.2018.09.018.
5. Migliaro D., De Lorenzis G., Di Lorenzo G.S., De Nardi B., Gardiman M., Failla O., Brancadoro L., Crespan M. Grapevine non-vinifera genetic diversity assessed by simple sequence repeat markers as a starting point for new rootstock breeding programs. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2019;70(4):390–397. DOI 10.5344/ajev.2019.18054.
6. Gargin S., Altindisli A. A Research on the affinity coefficients of Red Globe grape variety with 140 R, 41 B rootstocks. *BIO Web of Conference*. 2014;3:01004. DOI 10.1051/bioconf/20140301004.
7. Berger M.M., Gallusci P., Teyssier E. Roles of epigenetic

mechanisms in grafting and possible applications. *Advances in Botanical Research*. 2018;88:203–246. DOI 10.1016/bs.abr.2018.10.003.

8. Clemente Moreno M.J., Hevin C., Ollat N., Cookson S.J. Developments at the graft interface in homo- and hetero- grafts: gene expression and histological changes during the first month after grafting. *Plant Signaling & Behavior*. 2014;9(6):e28852. DOI 10.4161/psb.28852.
9. Gaut B.S., Miller A.J., Seymour D.K. Living with two genomes: grafting and its implications for plant genome-to-genome interactions, phenotypic variation, and evolution. *Annual Review of Genetics*. 2019;53:195–215. DOI 10.1146/annurev-genet-112618-043545.
10. Assunção M., Santos C., Brazão J., Eiras-Dias J.E., Fevereiro P. Understanding the molecular mechanisms underlying graft success in grapevine. *BMC Plant Biology*. 2019;19:396. DOI 10.1186/s12870-019-1967-8.
11. Birnbaum K.D., Roudier F. Epigenetic memory and cell fate reprogramming in plants. *Regeneration*. 2017;4:15–20. DOI 10.1002/reg2.73.
12. Koepeke T., Dhingra A. Rootstock - scion somatogenetic interactions in perennial composite plants. *Plant Cell Reports*. 2013;32:1321–1337. DOI 10.1007/s00299-013-1471-9.
13. Hamdan A.S., Basheer-Salimia R. Preliminary compatibility between some table-grapevine scion and phylloxera-resistant rootstock cultivars. *Jordan Journal of Agricultural Science*. 2010;6:1–10.
14. Peccoux A., Loveys B., Zhu J., Gambetta G. A., Delrot S., Vivin P., Schultz H.R., Ollat N., Dai Z. Dissecting the rootstock control of scion transpiration using model-assisted analyses in grapevine. *Tree Physiology*. 2018;38(7):1026–1040. DOI 10.1093/treephys/tpx153.
15. Gautier A.T., Chambaud C., Brocard L., Ollat N., Gambetta G. A., Delrot S., Cookson S.J. Merging genotypes: graft union formation and scion-rootstock interactions. *Journal of Experimental Botany*. 2019;70(3):747–755. DOI 10.1093/jxb/ery422.
16. Иванченко В.И., Замета О.Г., Потанин Д.В., Зотиков А.Ю., Иванова М.И., Корниенко П.С. Питомниководство. Определение степени аффинитета (совместимости) сорто-подвойных комбинаций у винограда и плодово-ягодных культур: учебное пособие. Симферополь: Полипринт. 2021:29–38.
17. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики: Учебник. Под ред. И.И. Елисеевой. 4-е издание, переработанное и дополненное. М: Финансы и Статистика, 2002:1–480.

References

1. Vršič S., Pulko B., Kocsis L. Effects of rootstock genotypes on compatibility, biomass, and the yield of Welschriesling. *Horticultural Science*. 2016;43(2):92–99. DOI 10.17221/141/2015-HORTSCI.
2. Waite H., Whitelaw-Weckert M., Torley P. Grapevine propagation: Principles and methods for the production of high-quality grapevine planting material. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 2015;43(2)144–161. DOI 10.1080/01140671.2014.978340.
3. Zhukov A.I., Perov N.N., Ilyashenko N.N. Grafted grape culture. М.: Росагропромиздат. 1989:1–160 (*in Russian*).
4. Bianchi D., Grossi D., Tincani D.T.G., Di Lorenzo G.S., Brancadoro L., Rustioni L. Multi-parameter characterization of water stress tolerance in *Vitis* hybrids for new rootstock selection. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018;132:333–340. DOI 10.1016/j.plaphy.2018.09.018.

5. Migliaro D., De Lorenzis G., Di Lorenzo G.S., De Nardi B., Gardiman M., Failla O., Brancadoro L., Crespan M. Grapevine non-vinifera genetic diversity assessed by simple sequence repeat markers as a starting point for new rootstock breeding programs. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2019;70(4):390–397. DOI 10.5344/ajev.2019.18054.
6. Gargin S., Altindisli A. A Research on the affinity coefficients of Red Globe grape variety with 140 R, 41 B rootstocks. *BIO Web of Conference*. 2014;3:01004. DOI 10.1051/bioconf/20140301004.
7. Berger M.M., Gallusci P., Teyssier E. Roles of epigenetic mechanisms in grafting and possible applications. *Advances in Botanical Research*. 2018;88:203–246. DOI 10.1016/bs.abr.2018.10.003.
8. Clemente Moreno M.J., Hevin C., Ollat N., Cookson S.J. Developments at the graft interface in homo- and hetero- grafts: gene expression and histological changes during the first month after grafting. *Plant Signaling & Behavior*. 2014;9(6):e28852. DOI 10.4161/psb.28852.
9. Gaut B.S., Miller A.J., Seymour D.K. Living with two genomes: grafting and its implications for plant genome-to-genome interactions, phenotypic variation, and evolution. *Annual Review of Genetics*. 2019;53:195–215. DOI 10.1146/annurev-genet-112618-043545.
10. Assunção M., Santos C., Brazão J., Eiras-Dias J.E., Fevereiro P. Understanding the molecular mechanisms underlying graft success in grapevine. *BMC Plant Biology*. 2019;19:396. DOI 10.1186/s12870-019-1967-8.
11. Birnbaum K.D., Roudier F. Epigenetic memory and cell fate reprogramming in plants. *Regeneration*. 2017;4:15–20. DOI 10.1002/reg.2.73.
12. Koepke T., Dhingra A. Rootstock- scion somatogenetic interactions in perennial composite plants. *Plant Cell Reports*. 2013;32:1321–1337. DOI 10.1007/s00299-013-1471-9.
13. Hamdan A.S., Basheer-Salimia R. Preliminary compatibility between some table-grapevine scion and phylloxera-resistant rootstock cultivars. *Jordan Journal of Agricultural Science*. 2010;6:1–10.
14. Peccoux A., Loveys B., Zhu J., Gambetta G. A., Delrot S., Vivin P., Schultz H.R., Ollat N., Dai Z. Dissecting the rootstock control of scion transpiration using model-assisted analyses in grapevine. *Tree Physiology*. 2018;38(7):1026–1040. DOI 10.1093/treephys/tpx153.
15. Gautier A.T., Chambaud C., Brocard L., Ollat N., Gambetta G. A., Delrot S., Cookson S.J. Merging genotypes: graft union formation and scion-rootstock interactions. *Journal of Experimental Botany*. 2019;70(3):747–755. DOI 10.1093/jxb/ery422.
16. Ivanchenko V.I., Zameta O.G., Potantin D.V., Zotikov A. Yu., Ivanova M.I., Kornienko P.S. Nursery breeding. Determination of the affinity degree (compatibility) of variety-rootstock combinations in grapes and fruit and berry crops: a textbook. Simferopol: Polyprint. 2021:29–38 (*in Russian*).
17. Eliseeva I.I., Yuzbashev M.M. General theory of statistics: a textbook. Edited by I.I. Eliseeva. 4th edition, revised and expanded. M.: Finance and Statistics. 2002:1–480 (*in Russian*).

Информация об авторах

Дмитрий Валериевич Потанин, канд. с.-х. наук, доцент кафедры плодовоощеводства и виноградарства; e-мэйл: potantin.07@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3724-8758>;

Маргарита Игоревна Иванова, начальник отдела организации учета применения средств химизации и разработки проектно-сметной документации; e-мэйл: imi_2712@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3749-9525>.

Вячеслав Иосифович Иванченко, д-р с.-х. наук, профессор кафедры плодовоощеводства и виноградарства; e-мэйл: magarach.iv@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8545-4233>;

Олег Григорьевич Замета, канд. с.-х. наук, доцент кафедры плодовоощеводства и виноградарства; e-мэйл: zameta_oleg@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7449-2840>.

Information about authors

Dmitry V. Potantin, Cand. Agric. Sci., Associate Professor, Department of Horticulture and Viticulture; e-mail: potantin.07@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3724-8758>;

Margarita I. Ivanova, Head of the Department for organization of accounting for the use of chemicals and development of design and estimate documentation; e-mail: imi_2712@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3749-9525>.

Vyacheslav I. Ivanchenko, Dr. Agric. Sci., Professor, Department of Horticulture and Viticulture; e-mail: magarach.iv@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8545-4233>;

Oleg G. Zameta, Cand. Agric. Sci., Associate Professor, Department of Horticulture and Viticulture; e-mail: zameta_oleg@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7449-2840>.

Статья поступила в редакцию 30.05.2022, одобрена после рецензии 15.06.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Продуктивность местных сортов винограда Крыма

Полулях А.А.[✉], Волынкин В.А., Лиховской В.В.

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

[✉]alla_polulyakh@mail.ru

Аннотация. Местные сорта винограда Крыма представляют интерес для современной селекции и производства как генотипы, обладающие рядом ценных хозяйственных характеристик. Изучение биологических свойств этих сортов актуально для выявления и использования источников ценных признаков. Цель работы – изучить показатели продуктивности и качества винограда местных сортов винограда Крыма и выделить источники ценных признаков, максимально адаптированных к условиям и потребностям Республики Крым. Место проведения исследований – базовая коллекция винограда ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Объект исследований – 72 местных сорта винограда Крыма. В исследовании использованы стандартные методики сортоизучения. В результате оценки местных сортов винограда Крыма в 2019–2021 гг. по показателям продуктивности и качества винограда выделены источники ценных хозяйственных признаков для селекции: винные сорта Абла аганын изюм, Тергульмек, Капитан Яни кара, Херсонесский, Кокур белый клон 46-10-3, Кокур белый клон 46-10-6; столово-винные сорта Эмир Вейс, Солнечная долина 58, Ташлы; столовые сорта Аджем мискет, Альбурла, Манжил ал и Танагоз. По показателям урожайности, качества винограда и устойчивости к стресс-факторам в 2021 г. выделены и включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 35 местных сортов винограда Крыма ампелографической коллекции (АК) «Магарач»: Абла аганын изюм, Аджем мискет, Айбатлы, Аксеит кара, Амет Аджи Ибрам, Артин зерва, Бияс айбатлы, Богос зерва, Дардаган, Кандаваста, Кирмизи сап судакский, Кок хабх, Кокур белый полурассеченный, Кокурдес белый, Куртсеит аганын изюм, Кутлакский черный, Мисгиули кара, Мискет, Мурза изюм, Мускат крымский, Насурла, Сале аганын кара, Сафта дурмаз, Солнечная долина 16, Солнечная долина 58, Сых дане, Танагоз, Ташлы, Тергульмек, Халиль изюм, Хачадор, Черный крымский, Шира изюм, Эмир Вейс и Яных зерва. Полученные результаты способствуют эффективному использованию генетических ресурсов винограда в научных исследованиях.

Ключевые слова: местные сорта винограда Крыма; продуктивность сорта; источники ценных хозяйственных признаков.

Для цитирования: Полулях А.А., Волынкин В.А., Лиховской В.В. Продуктивность местных сортов винограда Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):227-234. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.005.

Productivity of local grapevine cultivars of Crimea

Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Likhovskoi 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. Local grapevine cultivars of Crimea are of interest for modern breeding and production as genotypes with a number of valuable economic characteristics. The study of biological properties of these cultivars is relevant for identification and using sources of valuable traits. The purpose of the work is to study the indicators of productivity and quality of grapes of Crimean local grapevine cultivars and to identify sources of valuable traits maximum adapted to the conditions and needs of the Republic of Crimea. The place of research is the Basic Collection of Grapes of the FSBSI Institute Magarach of the RAS. The object of research is 72 local grapevine cultivars of Crimea. The research used standard methods of varietal study. As an assessment result of local grapevine cultivars of Crimea in 2019–2021, in terms of productivity and quality of grapes, the sources of valuable for breeding economic traits were identified: wine cultivars 'Abla Aganyn Izium', 'Tergulmek', 'Kapitan Yani Kara', 'Khersonesskiy', 'Kokur Belyi clone 46-10-3', 'Kokur Belyi clone 46-10-6'; table-wine cultivars 'Emir Weiss', 'Solnechnaya Dolina 58', 'Tashly'; table grapes 'Adgem Misket', 'Alburla', 'Manzhil Al' and 'Tanagoz'. In terms of cropping capacity, grape quality and resistance to stress factors in 2021, the quantity of 35 local cultivars of Crimean grapes of the Magarach Ampelographic Collection (AC) have been identified and included in the State Register of Breeding Achievements approved for usage: 'Abla Aganyn Izium', 'Adgem Misket', 'Aibatly', 'Akseit Kara', 'Amet Agi Ibram', 'Artin Zerva', 'Biyas Aibatly', 'Bogos Zerva', 'Dardagan', 'Kandavasta', 'Kirmizi Sap Sudakskiy', 'Kok Habakh', 'Kokur Belyi Polurassechennyi', 'Kokurdes Belyi', 'Kurtseit Aganyn Izium', 'Kutlakskiy Chernyi', 'Misgiuli Kara', 'Misket', 'Murza Izium', 'Muscat Krymskiy', 'Nasurla', 'Sale Aganyn Kara', 'Safta Durmaz', 'Solnechnaya Dolina 16', 'Solnechnaya Dolina 58', 'Sykh Dane', 'Tanagoz', 'Tashly', 'Tergulmek', 'Khalil Izium', 'Khachador', 'Chernyi Krymskiy', 'Shira Izium', 'Emir Weiss' and 'Yanykh Zerva'. The results obtained contribute to the efficient use of grape genetic resources in scientific research.

Key words: local grapevine cultivars of Crimea; productivity of the cultivar, sources of valuable economic traits.

For citation: Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V. Productivity of local grapevine cultivars of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):227-234. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.005 (in Russian).

Введение

Базовая Ампелографическая коллекция «Магарач» (АК «Магарач») существует с 1814 г. и является одной из старейших коллекций винограда и насчитывает 3357 сортообразцов винограда. Мобилизация сортовых ресурсов винограда и размещение их в ампелографической коллекции играет важную роль в сохранении и использовании генофонда винограда [1, 2]. Проблема сбора, сохранения, изучения и использования генетических ресурсов винограда чрезвычайно важна на современном этапе развития виноградарства [3, 4]. Для каждого виноградарского региона характерен свой уникальный местный сортимент винограда, который формировался на протяжении длительного времени в определенных условиях и обладает рядом ценных свойств и признаков [5, 6]. Наиболее полно в коллекции представлены местные сорта Крыма, у которых в процессе эволюции выработались свойства произрастать и давать урожай хорошего качества в условиях засушливого климата, на бедных каменистых почвах, на почвах с высоким содержанием солей и извести [5–7]. Актуальность изучения местных сортов винограда Крыма АК «Магарач» заключается в том, что эти сорта представляют интерес для современной селекции для создания сортов нового поколения – аналогов крымских автохтонов винограда, обладающих генетически обусловленными признаками экологической адаптивности к условиям региона [8–10]. Местные сорта Крыма, обладающие рядом ценных хозяйственных характеристик и возможностью получения уникальной винодельческой продукции, также представляют интерес и для производства [11, 12]. Для этого важно получить оценочные данные местных сортов винограда Крыма АК «Магарач» – информацию о значении их качественных и количественных признаков, которая необходима для выявления селекционной значимости этих сортов, агроклиматических потребностей и определения их целевого использования в научно-исследовательском и селекционном процессах [13].

Цель работы – изучить показатели продуктивности и качества винограда местных сортов винограда Крыма и выделить источники ценных признаков, максимально адаптированных к условиям и потребностям Республики Крым.

Материалы и методы исследования

Место проведения исследований – базовая коллекция винограда ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» (ЦКП АК «Магарач») [14], которая находится в Западном предгорно-приморском районе Крыма (с. Вилино, Бахчисарайский р-н, Республика Крым). Ампелографическая коллекция заложена в 1978–1988 гг. по схеме 3 х 1,5 м. Кусты сформированы по типу горизонтального двуплечего кордона на среднем штамбе (60–80 см). Коллекция занимает площадь 15,8 га и привита на филлоксероустойчивом подвое Кобер 5ББ. Агротехнический уход осуществляется по «Технологической карте по уходу за плодоносящими виноградниками». Каждый образец в коллекции представ-

лен 10 кустами. Объект исследований – 72 местных сорта винограда Крыма ЦКП АК «Магарач», в том числе 44 винных сорта, 13 столово-винных и 15 столовых сортов винограда. В качестве контроля были отобраны 11 крымских местных сортов, которые включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: винные сорта Капсельский, Кок пандас, Кокур белый, Крона, Джеват кара, Кефесия, Сары пандас, Солнечно-долинский; универсальный сорт Солдаий; столовые сорта Шабаш, Асма.

Изучение продуктивности местных сорта винограда Крыма ЦКП АК «Магарач» проводилось в 2019–2021 гг. В работе использованы методики: «Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis» [15], которая предложена МОБВ и используется в международной практике; «Изучение сортов винограда» [16]; ГОСТ 32114-2013; ГОСТ 27198-87.

Общая статистическая обработка данных проведена по принятым в селекции и генетике методикам [17] с помощью стандартных программ Microsoft Office.

Результаты и их обсуждение

Характеристика продуктивности винных сортов винограда.

Местные сорта Крыма винного направления, произрастающие в АК «Магарач», представлены кустами различной силы роста, нагрузка на куст составляла в среднем 12,0–21,0 глазков на куст у сортов со слабой силой роста, и 23,7–35,5 глазков на куст у сортов со средней и сильной силой роста (табл. 1). Процент распустившихся и развившихся побегов от нагрузки глазками на куст у изученных сортов в среднем составил 85,5–92,0%. У сорта со слабой силой роста Чивсиз сары, в среднем на куст процент плодоносных побегов составил от 18,2%. Максимальный процент плодоносных побегов отмечен у сорта Морской 19 – 88,6%. Коэффициент K_1 , который показывает количество гроздей на побег, у изученных сортов составил 0,20–1,23. У сортов Чивсиз сары, Айбатлы и др. развивлось в среднем по одной грозди на плодоносный побег ($K_2=1,00$). У остальных сортов – 1–2 грозди на плодоносный побег, и соответственно $K_2=1,01–1,44$.

Масса грозди сортов винного направления составила от 95 г у сорта Херсонесский до 330 г у сорта Капитан Яни кара. Величина среднего отклонения (a), которое характеризует меру разброса значений массы грозди сортов винного направления в 2019–2021 гг. вокруг их среднего значения, составила от 7 г у сорта Абла аганын изюм до 27 г у сорта Сары пандас. Величина стандартного отклонения (s_0), которое характеризует степень изменчивости массы грозди по годам, составила от 10 г до 40 г. Изменчивость значений массы грозди за годы исследований была незначительной у сортов Абла аганын изюм, Мурза изюм, Сафта дурмаз и др., коэффициент вариации (V) массы грозди которых не превысил 10%, средней у сортов Кокур белый рассеченный, Сале аганын кара, Морской 19 и др. ($V=10–20\%$). Наиболее значительным варьиро-

Таблица 1. Продуктивность местных сортов винограда Крыма винного направления (среднее за 2019–2021 гг.)
Table 1. Productivity of local wine grapevine cultivars of Crimea (average for 2019–2021)

Название сорта	Количество глазков на кусте, шт.	Развилась побегов (%) от нагрузки кустов глазками	Плодоносных побегов, %	Кoeffициент		Масса грозди, г				Урожай с куста, кг				Массовая концентрация титруемых кислот в соке ягода, г/дм ³	Массовая концентрация сахаров в соке ягода, г/100 см ³	Сила роста, балл *
				Плодоношения, К ₁	Плодоносности, К ₂	Среднее значение (\bar{X})	Среднее отклонение (α)	Стандартное отклонение, s σ	Кoeffициент вариации (V), %	Среднее значение (\bar{X})	Среднее отклонение (α)	Стандартное отклонение, s σ	Кoeffициент вариации (V), %			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Абла аганын изюм	25,5	83,9	77,3	0,83	1,07	250	7	10	4	4,2	0,6	1,0	24	8,5	20,4	7
Айбатлы	31,1	90,0	71,1	0,72	1,00	210	20	26	13	4,0	0,6	0,7	20	8,3	18,1	5
Амет Аджы Ибрам	33,7	83,4	73,5	0,80	1,09	200	12	20	10	4,3	0,3	0,5	12	7,8	19,6	7
Артин зерва	28,9	88,2	72,4	0,74	1,02	225	20	25	12	4,1	0,7	1,0	24	7,4	21,1	5
Бияс айбатлы	29,4	77,9	64,2	0,78	1,21	220	20	26	12	3,9	0,5	0,7	18	7,1	20,1	5
Богос зерва	28,9	85,5	69,7	0,72	1,03	235	13	20	9	3,9	0,7	1,0	26	7,6	18,8	5
Демир кара	29,5	91,9	66,0	0,68	1,02	215	26	35	16	3,9	0,7	1,0	26	8,9	20,5	5
Джеват кара (контроль)	25,8	81,4	65,2	0,67	1,02	200	26	40	20	2,7	0,4	0,7	26	7,9	21,1	5
Кандаваста	28,4	84,2	86,5	0,88	1,01	193	18	23	12	4,0	0,5	0,8	20	7,9	19,6	7
Капитан Яни кара	24,4	88,5	48,8	0,54	1,11	330	20	28	11	4,8	0,5	0,7	26	7,1	20,9	5
Капсельский (контроль)	32,8	86,9	68,5	0,73	1,06	195	20	26	14	3,8	0,5	0,8	21	6,6	19,6	7
Кефесия (контроль)	30,9	87,1	83,9	0,93	1,11	160	20	26	17	3,9	0,5	0,8	21	8,5	19,1	5
Кок пандас (контроль)	29,3	82,6	76,2	0,80	1,05	205	16	23	11	3,7	0,4	0,5	15	7,5	21,5	5
Кокур белый (контроль)	25,8	88,8	87,9	1,04	1,18	160	20	30	19	3,6	0,3	0,5	14	7,3	22,1	5
Кокур белый клон 46-10-3	25,5	85,5	83,0	0,98	1,18	265	20	26	16	4,5	0,5	0,7	22	7,4	22,5	5
Кокур белый клон 46-10-6	26,7	6,9	79,4	0,95	1,19	268	20	26	17	4,6	0,5	0,7	22	7,4	21,8	5
Кокур белый полурассеченный	25,0	88,0	86,3	0,93	1,08	252	17	25	10	4,6	0,4	0,6	13	7,4	21,2	5
Кокур белый рассеченный	27,2	71,7	84,0	0,91	1,08	165	13	18	11	2,8	0,3	0,4	16	7,4	20,6	5
Кокур красный	23,8	79,8	74,3	0,79	1,06	170	16	22	13	2,4	0,4	0,6	27	8,1	23,2	5
Кокур черный	30,3	83,5	51,8	0,53	1,02	150	13	20	13	2,3	0,4	0,6	28	7,7	18,3	5
Крона (контроль)	33,1	83,1	64,8	0,72	1,10	165	20	27	17	3,1	0,4	0,7	23	8,2	22,5	7
Куртсеит аганын изюм	31,7	82,6	76,8	0,88	1,14	230	20	26	12	4,5	0,3	0,4	10	6,6	19,8	5
Морской 19	27,9	90,7	88,6	0,92	1,04	110	13	17	16	2,4	0,4	0,5	24	8,2	18,1	5
Мурза изюм	29,7	87,2	78,4	0,83	1,06	195	10	13	7	4,0	0,7	1,1	28	7,3	19,8	5
Павло изюм	23,7	82,7	73,1	0,79	1,08	210	20	30	14	3,3	0,7	1,1	31	8,3	18,6	5
Полковник изюм	21,0	89,5	64,0	0,68	1,06	220	13	20	9	2,7	0,5	0,7	26	7,6	19,2	3
Сале аганын кара	31,7	85,8	74,1	0,82	1,11	180	13	20	11	4,1	0,6	0,9	23	8,5	18,3	5
Сары пандас	30,1	74,7	80,0	0,91	1,13	205	27	36	18	3,6	0,6	1,0	28	8,6	18,8	5
Сафта дурмаз	34,0	73,8	57,3	0,62	1,08	286	14	19	7	4,0	0,7	1,1	28	7,1	21,3	5
Солнечная долина 16	30,1	92,0	82,2	0,85	1,03	175	17	23	13	4,1	0,4	0,6	14	7,0	20,5	5
Солнечная долина 31а	28,3	86,9	65,8	0,73	1,12	160	23	30	19	2,6	0,5	0,8	31	7,6	20,1	5
Солнечная долина 65	32,7	87,5	69,5	0,72	1,04	200	20	26	13	3,9	0,7	1,1	28	7,1	22,4	5

Окончание табл. 1.
End of Table 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Солнечная долина 71/7	27,7	81,9	74,1	0,76	1,05	190	13	20	11	3,2	0,6	0,9	28	8,2	17,5	5
Солнечнодолинский	28,8	81,9	79,3	0,82	1,04	205	20	27	14	3,7	0,5	0,7	19	7,3	19,8	5
Сых дане	33,4	85,6	85,8	0,91	1,07	175	20	26	15	4,0	0,6	0,9	23	7,7	22,3	5
Тергульмек	30,5	84,3	77,5	0,82	1,06	205	26	36	18	4,2	0,4	0,6	14	7,5	20,1	5
Фирский ранний	28,7	68,6	79,0	0,86	1,09	120	10	15	13	2,6	0,4	0,6	23	6,5	20,5	7
Харко	17,6	86,4	65,4	0,74	1,13	205	20	26	13	2,1	0,3	0,5	24	6,5	20,1	3
Хачадор	29,1	86,2	83,2	0,90	1,08	190	16	22	11	4,2	0,4	0,6	14	6,9	20,1	5
Херсонесский	35,5	89,0	85,5	1,23	1,44	95	10	13	14	3,6	0,7	1,0	28	7,5	19,4	5
Чивсиз сары	12,0	91,7	18,2	0,20	1,00	180	13	20	11	1,2	0,2	0,3	25	6,8	20,2	3
Чингине кара	12,2	86,9	77,2	0,96	1,24	120	23	30	25	1,2	0,2	0,3	26	7,1	19,5	3
Шира изюм	24,7	86,6	87,3	0,94	1,08	210	13	17	8	4,2	0,6	1,0	24	7,1	20,2	5
Яных якуб	31,1	89,4	69,9	0,71	1,02	155	20	26	17	2,9	0,6	0,9	32	7,2	19,9	5
НСР	1,5	1,6	3,9	0,04	0,02	13,9	1,4	1,8	1,1	0,2	0,04	0,06	1,7	0,1	0,4	0,3

Примечание. *Сила роста побега: 1 – очень слабая, до 0,5 м; 3 – слабая, 0,6–1,2 м; 5 – средняя, 1,3–2,0 м; 7 – сильная, 2,1–3,0 м; 9 – очень сильная, более 3 м

вание величины массы грозди было у сорта Чингине кара, и составило 25%.

На величину урожайности изученных сортов также повлияла сила роста кустов и у сортов с ослабленной силой роста урожай составил в среднем 1,2–2,9 кг с куста. У контрольных сортов Кефесия, Солнечнодолинский, Кокур белый, Сары пандас, Кок пандас и Капсельский урожай с куста составил 2,7–3,9 кг, у сортов Кокур белый клон 46-10-3, Кокур белый клон 46-10-6, Капитан Яни кара, Айбатылы и др. урожай с куста превысил показатели контрольных сортов и составил в среднем 4,0–4,8 кг. Величина среднего отклонения (a) величины урожая с куста от их среднего значения составила от 0,2 кг до 0,7 кг, величина стандартного отклонения (s_0) составила 0,3–1,1 кг, степень варьирования (V) величины урожая с куста составила от 10 до 32%. Наиболее значительное варьирование показателя урожая с куста отмечено у сортов Солнечная долина 31а, Павло изюм и Яных якуб, коэффициент вариации у которых составляет 31–32%. Средняя и значительная изменчивость массы грозди и величины урожая с куста местных сортов винограда Крыма АК «Магарач» за годы изучения объясняется влиянием сложных природно-климатических условий. В совокупности неблагоприятные условия 2019 и 2020 гг. повлияли на силу роста, величину и качество урожая исследуемых сортов. В течение вегетационного периода 2019 г. количество осадков с марта по май составило 78 мм, и с августа по ноябрь – 90 мм. Недостаток влаги в течение вегетационного периода 2020 г. способствовали слабому приросту лозы, снижению количеству запасных веществ в однолетней лозе, плохому вызреванию лозы (50–70 %).

Массовая концентрация сахаров в соке ягод изучаемых сортов составляла 17,5–23,2 г/100 см³, массовая концентрация титруемых кислот в соке ягод – 6,5–8,9 г/дм³ (см. табл. 1).

Характеристика продуктивности столово-винных и столовых сортов винограда.

У сортов столово-винного направления развилось в среднем 24,3–35,4 глазков на куст, процент развившихся побегов составил 74,7–92,1%, процент плодоносных побегов – 61,0–90,4% (табл. 2). Коэффициент K_1 , который показывает количество гроздей на побег, составил 0,76–1,14. У изученных сортов столово-винного направления развивается в среднем 1–2 грозди на плодоносящий побег, соответственно величина коэффициента плодоносности K_2 составила 1,02–1,27. Средняя масса грозди составила 130–225 г, урожай с куста – 2,3–4,7 кг. Массовая концентрация сахаров в соке ягод изучаемых сортов – 18,2–21,5 г/100 см³, массовая концентрация титруемых кислот в соке ягод – 5,6–8,3 г/дм³.

У сортов столового направления в среднем на кусте развилось от 12,1 до 38,1 глазков, процент развившихся побегов составил 72,5–86,8%, плодоносных побегов – 48,5–90,3% (см. табл. 2). Коэффициент $K_1=0,59–0,98$. У изученных местных сортов столового направления развивается в среднем 1–2 грозди на плодоносящий побег, соответственно величина коэффициента плодоносности K_2 составила 1,02–1,34. Установлено, что средняя масса грозди сильно варьирует по сортам – от 165 г у сорта Кокур дес черный до 500 г у контрольного сорта Асма. Разброс по величине урожая с куста у столовых сортов составил от 1,3 кг у сорта Мускат кутлакский до 7,6 кг у контрольного сорта Асма. Массовая концентрация сахаров в соке ягод изученных сортов – 18,5–21,2 г/дм³, массовая концентрация титруемых кислот в соке ягод – 6,0–8,2 г/100 см³ (см. табл. 2).

Сложные климатические условия периода изучения местных сортов винограда Крыма АК «Магарач» также оказали влияние на стабильность показателей продуктивности сортов столово-винного и

Таблица 2. Продуктивность местных сортов винограда Крыма столово-винного и столового направления (среднее за 2019–2021 гг.)**Table 2.** Productivity of local table-wine grapevine cultivars of Crimea (average for 2019–2021)

Название сорта	Количество глазков на кусте, шт.	Развилость побегов (%) от нагрузки кустов глазками	Плодоносных побегов, %	Коэффициент		Масса грозди, г			Урожай с куста, кг					Массовая концентрация титруемых кислот в соке ягода, г/дм ³	Массовая концентрация сахаров в соке ягода, г/100 см ³	Сила роста, балл *	Дегустационная оценка, балл
				Плодоношения, K ₁	Плодоносности, K ₂	Среднее значение (\bar{X})	Среднее отклонение (α)	Стандартное отклонение, s_0	Коэффициент вариации (V), %	Урожай с куста, кг	Среднее отклонение (α)	Стандартное отклонение, s_0	Коэффициент вариации (V), %				
Столово-винные сорта																	
Канагын изюм	27,4	80,3	75,8	0,79	1,04	215	23	31	16	3,5	0,4	0,5	15	6,9	20,8	5	-
Кок хабах	34,8	74,7	79,1	0,87	1,10	180	12	18	10	4,1	0,2	0,4	10	6,9	20,7	5	-
Кокурдес белый	26,7	92,1	84,4	0,96	1,14	200	20	30	15	4,4	0,3	0,5	11	6,6	20,4	5	-
Кутлакский черный	25,9	85,7	90,4	0,96	1,06	220	20	26	12	4,4	0,5	0,8	18	6,5	18,5	5	-
Мисгюли кара	32,5	81,5	77,5	0,86	1,11	206	15	19	10	4,2	0,6	1,0	24	6,8	20,1	5	-
Мискет	29,9	90,0	69,4	0,76	1,09	215	7	10	5	4,2	0,6	0,9	21	8,3	18,6	5	-
Солдайя (контроль)	35,4	78,0	89,8	1,14	1,27	135	20	26	20	4,1	0,7	1,1	27	6,8	20,5	5	-
Солнечная долина 40	27,7	86,6	61,0	0,77	1,26	130	23	30	23	2,3	0,2	0,3	13	7,1	21,2	5	-
Солнечная долина 58	29,9	91,3	88,5	0,95	1,07	192	20	26	14	4,7	0,7	1,1	22	6,9	18,5	5	-
Ташлы	24,3	86,0	88,5	1,06	1,20	200	16	21	11	4,5	0,5	0,7	17	8,0	19,1	5	-
Халиль изюм	27,9	86,0	88,2	0,99	1,12	180	13	20	11	4,1	0,3	0,5	12	5,6	20,1	5	-
Черный крымский	26,8	78,0	89,4	0,91	1,02	225	40	28	12	4,1	0,5	0,7	17	7,7	21,5	7	-
Эмир Вейс	29,5	91,9	71,5	0,80	1,12	223	26	35	16	4,5	0,7	1,0	22	8,2	18,2	5	-
Столовые сорта																	
Аджем мискет	30,3	87,8	87,2	0,93	1,07	170	13	17	10	4,6	0,7	1,0	24	8,2	19,2	5	8,1
Аксейт кара	20,8	80,3	84,1	0,86	1,02	290	17	23	8	4,1	0,7	0,8	21	8,0	18,6	5	7,9
Альбулла	30,5	86,2	61,3	0,64	1,05	280	10	15	5	4,9	0,3	0,4	9	6,9	20,6	7	8,2
Асма (контроль)	31,1	83,3	61,6	0,63	1,02	500	33	50	10	7,6	0,8	1,1	15	7,1	18,5	7	8,0
Дардаган	25,7	80,5	84,7	0,91	1,08	218	20	26	12	3,9	0,5	0,8	21	8,0	18,9	7	7,8
Кирмизи сап судакский	31,1	83,6	48,5	0,65	1,34	300	27	36	12	4,5	0,4	0,5	11	8,0	18,2	7	7,9
Кокурдес черный	27,6	74,6	82,1	0,93	1,13	165	13	28	17	3,1	0,4	0,6	19	6,1	19,3	5	8,0
Манжил ал	30,4	75,3	72,2	0,79	1,09	205	17	23	11	4,7	0,5	0,8	22	6,2	20,2	5	8,1
Морской 75	28,8	83,0	79,7	0,82	1,03	250	13	20	8	4,5	0,5	0,7	16	6,0	22,1	5	8,0
Мускат крымский	31,3	81,5	77,0	0,98	1,27	196	15	19	10	4,3	0,5	0,8	19	6,0	19,8	5	8,1
Мускат кутлакский	12,1	86,8	75,3	0,75	1,02	180	17	21	10	1,3	0,5	0,9	21	7,2	19,5	3	8,1
Насурла	38,1	74,8	61,7	0,95	1,09	216	20	26	12	4,0	0,5	0,8	20	6,3	19,5	5	8,1
Танагоз	32,7	72,5	90,3	0,95	1,05	200	17	25	13	4,6	0,7	1,1	26	7,5	21,3	5	8,2
Шабаш (контроль)	29,7	83,2	59,7	0,61	1,02	200	20	26	13	2,9	0,6	0,8	31	6,8	19,2	5	7,8
Шабаш крупноягодный	29,4	84,0	57,0	0,59	1,02	205	20	28	14	2,8	0,6	0,9	29	6,4	19,1	3	8,0
НСР	1,8	2,1	4,6	0,05	0,03	26,3	2,6	2,9	1,5	0,4	0,06	0,09	2,2	0,3	0,4	0,3	0,07

Примечание. * Сила роста побега: 1 – очень слабая, до 0,5 м; 3 – слабая, 0,6–1,2 м; 5 – средняя, 1,3–2,0 м; 7 – сильная, 2,1–3,0 м; 9 – очень сильная, более 3 м

столового направления. Для сортов столово-винного направления среднее отклонение (α) по массе грозди составляет 7–40 г, столового направления – 10–33 г, стандартное отклонение (s_0) для сортов столово-вин-

ного направления составляет 10–35 г, столового направления – 15–50 г, коэффициент вариации средней массы грозди столово-винных сортов составил 5–23%, столовых сортов – 5–17%. Величина среднего

отклонения урожая с куста сортов столово-винного направления от их среднего значения составила от 0,2 кг до 0,7 кг, столового направления – 0,3–0,8 кг, величина стандартного отклонения (s) сортов столово-винного направления составила 0,3–1,1 кг, столового направления – 0,4–1,1 кг. Степень варьирования (V) величины урожая с куста сортов столово-винного направления составила от 10 до 27%, у сортов столового направления – 9–31%. Наиболее стабильные показатели продуктивности за годы исследований выявлены у сорта Альбурла, коэффициент вариации (V) массы грозди равен 5%, коэффициент вариации (V) урожая с куста – 9%.

Проведена дегустационная оценка столовых сортов винограда. Наивысший дегустационный балл отмечен у сортов Альбурла и Танагоз – 8,2. У контрольных сортов Асма и Шабаш дегустационная оценка составила 8,0 и 7,8 баллов соответственно. У сортов Аджем мискет, Манжил ал, Мускат крымский и Насурла дегустационный балл (8,1) также превысил показатели контрольных сортов.

Изучение рядом исследователей местных сортов винограда Крыма в других виноградовинодельческих зонах полуострова также подтверждает биологическую ценность этих сортов [18, 19]. Изучение технического сорта Джеват кара, культивируемого в восточном районе Южнобережной зоны Крыма, дало основание рекомендовать его для использования в селекции в качестве источника хозяйственно ценных признаков по накоплению в ягодах красящих и фенольных веществ [20]. Изучение изменчивости хозяйственных признаков сорта Кокур белый позволило провести работу по улучшению данного сорта [21], а результаты биохимической оценки сорта Шабаш дали возможность выделить 11 перспективных протоклонов этого сорта [22].

Выводы

По результатам оценки 72 местных сортов винограда Крыма в 2019–2021 гг. по показателям продуктивности и качества винограда выделены источники ценных хозяйственных признаков для селекции:

– винные сорта Абла аганын изюм и Тергульмек (среднего срока созревания), Капитан Яни кара и Херсонесский (среднепозднего срока созревания), Кокур белый клон 46-10-3 и Кокур белый клон 46-10-6 (позднего срока созревания);

– столово-винные сорта Эмир Вейс (среднего срока созревания), Солнечная долина 58 (среднепозднего срока созревания) и Ташлы (позднего срока созревания);

– столовые сорта Аджем мискет, Альбурла, Манжил ал (среднепозднего сроков созревания) и Танагоз (позднего срока созревания).

По результатам изучения 72 местных сортов винограда Крыма ЦКП АК «Магарач» по показателям урожайности, качества винограда и устойчивости к стресс-факторам рекомендованы и в 2021 г. включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 35 сортов вино-

града: Абла аганын изюм, Аджем мискет, Айбатлы, Аксеит кара, Амет Аджи Ибрам, Артин зерва, Бияс айбатлы, Богос зерва, Дардаган, Кандаваста, Кирмизи сап судакский, Кок хабах, Кокур белый полурасщепленный, Кокурдес белый, Куртсеит аганын изюм, Кутлакский черный, Мисгюли кара, Мискет, Мурза изюм, Мускат крымский, Насурла, Сале аганын кара, Сафта дурмаз, Солнечная долина 16, Солнечная долина 58, Сых дане, Танагоз, Ташлы, Тергульмек, Халиль изюм, Хачадор, Черный крымский, Шира изюм, Эмир Вейс и Яных зерва.

Полученные результаты будут способствовать целенаправленному отбору исходного материала в селекционных программах и эффективному использованию генетических ресурсов винограда в научных исследованиях.

Источники финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interest

Not declared.

Список литературы

1. FAO. The future of food and agriculture – Trends and challenges. Food Agric. Org. United Nations (FAO). Rome. 2017. <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/>. Access mode: 20.07.2022.
2. FAO. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Food Agric. Org. United Nations (FAO). Rome. 2014. <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/seeds-pgr/gbs/en/>. Access mode 20.07.2022.
3. Maghradze D., Maletic E., Maul E., Faltus M., Failla O. Field genebank standards for grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*. 2015;54:273-279. DOI 10.5073/vitis.2015.54.special-issue.273-279.
4. Maul E., Töpfer R., Carka F., Cornea V., Crespan M., Dallakyan M., T. de Andrés Domínguez, G. de Lorenzis, Dejeu L., Goryslavets S., Grando S., Hovannisyan N., Hudcovicova M., Hvarleva T., Ibáñez J., Kiss E., Kocsis L., Lacombe T., Laucou V., Maghradze D., Maletic E., Melyan G., Mihaljević M. Z., Muñoz-Organero G., Musayev M., Nebish A., Popescu C. F., Regner F., Risovanna V., Ruisa S., Salimov V., Savin G., Schneider A., Stajner N., Ujmajuridze L., Failla O. Identification and characterization of grapevine genetic resources maintained in Eastern European Collections. *Vitis*. 2015;54:5-12.
5. Полулях А.А., Волюнкин В.А., Лиховской В.В. Генетические ресурсы винограда института «Магарач». Проблемы и перспективы сохранения // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276.
6. Volynkin V., Polulyakh A., Levchenko S., Vasylyk I., Likhovskoi V. Autochthonous grape species, varieties and cultivars of Crimea. *Acta Horticulturae*. 2019;1259:91-98. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1259.16.
7. Ostroukhova E.V., Rybalko E.A., Levchenko S.V., Boiko V.A., Belash D.Yu., Viugina M. Relationship between agroecological resources of vineyards and the anthocyanins complex in berries. *E3S Web of Conferences*. 2021;247:01013.

- DOI 10.1051/e3sconf/202124701013.
8. Зленко В.А. Совершенствование методов отбора генотипов винограда с целью ускорения селекционного процесса // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;4:11-13.
 9. Васылык И.А. Эффективность гибридизации крымских автохтонных сортов винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;63(3):14-29. DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-14-29.
 10. Васылык И.А. Оценка устойчивости к морозу в синтетических популяциях крымских автохтонных сортов винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022;74(2):75-88. DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-75-88.
 11. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю. Анализ технологических параметров винограда крымских аборигенных сортов: разработка информационных моделей // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;20(2):31-34.
 12. Бейбулатов М.Р., Урденко Н.А., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Потенциал автохтонных сортов винограда и интродуцированных клонов для обеспечения конкурентоспособности продукции виноградовинодельческой отрасли в условиях черноморского региона // Проблемы развития АПК региона. 2019;3(39):37-43.
 13. Хлесткина Е.К. Генетические ресурсы России: от коллекций к биоресурсным центрам // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022;183(1):9-30. DOI 10.30901/2227-8834-2022-1-9-30.
 14. Ампелографическая коллекция «Магарач». <http://magarach-institut.ru/ampelograficheskaja-kollekcija-magarach/>. Дата обращения: 20.12.2021.
 15. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis. OIV. 2009. <http://oiv.int/fr/>. Дата обращения: 20.12.2021.
 16. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: Ростовский университет. 1963:1-152.
 17. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа. 1990:1-351.
 18. Студенникова Н.Л., Васылык И.А., Котоловец З.В., Лиховской В.В. Особенности фенологических фаз автохтонных сортов винограда в условиях горно-долинного Крыма // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017;47(5):80-89.
 19. Лиховской В.В., Студенникова Н.Л., Васылык И.А. Увологическая оценка крымских аборигенных сортов винограда // Виноградарство и виноделие. 2017;2:32-35.
 20. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Изучение увологических и агробιологических показателей автохтонного сорта винограда Джеват кара при культивировании в восточном районе Южнобережной зоны Крыма // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;70(4):27-37. DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-27-37.
 21. Зармаев А.А., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Изучение внутрисортовой изменчивости в популяции сорта Кокур белый // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;49:34-36.
 22. Левченко С.В., Васылык И.А. Технохимическая оценка урожая протоклонов винограда крымского аборигенного сорта Шабаш // Сборник научных трудов: Прогрессивные технологии выращивания сельскохозяйственных культур в условиях орошения. Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства. 2017:87-90.
 2017. <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/>. Access mode: 20.07.2022.
 2. FAO. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Food Agric. Org. United Nations (FAO). Rome. 2014. <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/seeds-pgr/gbs/en/>. Access mode 20.07.2022.
 3. Maghradze D., Maletic E., Maul E., Faltus M., Failla O. Field genebank standards for grapevines (*Vitis vinifera* L.). Vitis. 2015;54:273-279. DOI 10.5073/vitis.2015.54.special-issue.273-279.
 4. Maul E., Töpfer R., Carka F., Cornea V., Crespan M., Dallakyan M., T. de Andrés Domínguez, G. de Lorenzis, Dejeu L., Goryslavets S., Grando S., Hovannisyan N., Hudcovicova M., Hvarleva T., Ibáñez J., Kiss E., Kocsis L., Lacombe T., Laucou V., Maghradze D., Maletić E., Melyan G., Mihajević M. Z., Muñoz-Organero G., Musayev M., Nebish A., Popescu C. F., Regner F., Risovanna V., Ruisa S., Salimov V., Savin G., Schneider A., Stajner N., Ujmajuridze L., Failla O. Identification and characterization of grapevine genetic resources maintained in Eastern European Collections. Vitis. 2015;54:5-12.
 5. Polulyakh, A.A., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V. Problems and prospects of grapevine genetic resources preservation at “Magarach” Institute. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276 (in Russian).
 6. Volynkin V., Polulyakh A., Levchenko S., Vasylyk I., Likhovskoi V. Autochthonous grape species, varieties and cultivars of Crimea. Acta Horticulturae. 2019;1259:91-98. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1259.16.
 7. Ostroukhova E.V., Rybalko E.A., Levchenko S.V., Boiko V.A., Belash D.Yu., Viugina M. Relationship between agroecological resources of vineyards and the anthocyanin complex in berries. E3S Web of Conferences. 2021;247:01013. DOI 10.1051/e3sconf/202124701013.
 8. Zlenko V.A. Improvement of methods to select grape genotypes for the purpose of accelerating the breeding process. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2015;4:11-13 (in Russian).
 9. Vasylyk I.A. The efficiency of hybridization of Crimean autochthonous grape cultivars. Fruit growing and viticulture of South Russia. 2020;63(3):14-29. DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-14-29 (in Russian).
 10. Vasylyk I.A. The assessment of frost resistance in synthetic populations of Crimean autochthonous grape varieties. Fruit growing and viticulture of South Russia. 2022;74(2):75-88. DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-75-88 (in Russian).
 11. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Lutkova N.Yu. Analysis of technological parameters of the Crimean autochthonous grape cultivars: development of information models. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018;20(2):31-34 (in Russian).
 12. Beibulatov M.R., Urdenko N.A., Tikhomirova N.A., Buyval R.A. The potential of autochthonous grape varieties and introduced clones in ensuring competitiveness of vitivicultural produce in the conditions of the Black Sea region. Problems of development of the agro-industrial complex of the region. 2019;3(39):37-43 (in Russian).
 13. Khlestkina E.K. Genetic resources of Russia: from collections to bioresource centers. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2022;183(1):9-30. DOI 10.30901/2227-8834-2022-1-9-30 (in Russian).
 14. Ampelographic collection «Magarach». <http://magarach-institut.ru/ampelograficheskaja-kollekcija-magarach/>. Дата обращения: 20.12.2021.
 15. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis. OIV. 2009. <http://oiv.int/fr/>. Дата обращения:

References

1. FAO. The future of food and agriculture – Trends and challenges. Food Agric. Org. United Nations (FAO). Rome.

- 20.12.2021.
16. Lazarevsky M.A. Study of grape varieties. Rostov-on-Don: Rostov University. 1963:1-152 (*in Russian*).
 17. Lakin G.F. Biometrics. M.: Higher School. 1990:1-351 (*in Russian*).
 18. Studennikova N.L., Vasylyk I.A., Kotolovets Z.V., Likhovskoi V.V. Peculiarities of phenological phases of the autochthonous grape varieties cultivated in the mountain-valley areas of Crimea. Fruit growing and viticulture of South Russia. 2017;47(5):80-89 (*in Russian*).
 19. Likhovskoy V.V., Studennikova N.L., Vasylyk I.A. Uvologic assessment of Crimean autochthonous grape varieties. Viticulture and Winemaking. 2017;2:32-35 (*in Russian*).
 20. Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. Study of uvological and agrobiological indicators of the local grape variety 'Dzhevat Kara', cultivated in the Eastern region of the South Coast zone of Crimea. Fruit growing and viticulture of South Russia. 2021;70(4):27-37. DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-27-37 (*in Russian*).
 21. Zarmayev A.A., Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. Study of intracultivar variability in the population of 'Kokur Belyi' grape variety. Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Works Magarach. 2020;49:34-36 (*in Russian*).
 22. Levchenko S.V., Vasylyk I.A. Technochemical evaluation of yield protoclones of Crimean local grapevine variety 'Sabash'. Collection of scientific papers: Progressive technologies for growing crops under irrigation. All-Russian Research Institute of Irrigated Vegetable and Melon Growing. 2017:87-90 (*in Russian*).

Информация об авторах

Алла Анатольевна Полулях, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., зав. сектором ампелографии; e-мейл: alla_polulyakh@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1236-8967>;

Владимир Александрович Волынкин, д-р с.-х. наук, профессор, гл. науч. сотр. сектора ампелографии; e-мейл: volynkin@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8799-1163>;

Владимир Владимирович Лиховской, д-р с.-х. наук, директор института, director@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3879-0485>;

Information about authors

Alla A. Polulyakh, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Head of Ampelography Sector; e-mail: alla_polulyakh@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1236-8967>;

Vladimir A. Volynkin, Dr. Agric. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Ampelography Sector; e-mail: volynkin@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8799-1163>.

Vladimir V. Likhovskoi, Dr. Agric. Sci., Director of FSBSI Magarach of the RAS, director@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3879-0485>;

Статья поступила в редакцию 05.08.2022, одобрена после рецензии 22.08.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Молекулярно-генетическая и химико-технологическая характеристика сорта винограда Дмитрий

Ильницкая Е.Т.[✉], Шелудько О.Н., Макаркина М.В.

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Россия, 350901, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39

✉ilnitskaya79@mail.ru

Аннотация. Селекционные работы в виноградарстве в настоящее время сориентированы главным образом на создание комплексно-устойчивых сортов с высоким качеством урожая. Современные методы изучения генофонда винограда и качества получаемой продукции предполагают использование не только традиционных подходов (агробиологическая оценка, ампелографическое описание), но и молекулярно-генетических, физиолого-биохимических, физико-химических методов оценки. Целью работы было выполнить молекулярно-генетический анализ генотипа сорта винограда Дмитрий, созданного в СКФНЦСВВ, и изучить особенности состава фенольного комплекса и основных органических кислот вино-материала из урожая сорта. Методом ПЦР с разделением продуктов реакции на автоматическом генетическом анализаторе выполнено ДНК-профилеирование по девяти микросателлитным локусам, стандартным для фингерпринтинга сортов винограда. Анализ наличия генов устойчивости к оидиуму *Ren3*, *Ren9* и милдью *Rpv3* проведен с использованием сцепленных ДНК-маркеров. Изучение физико-химических и органолептических показателей вин наливом (виноматериалов) проводили в период с 2013 по 2021 гг. Массовые концентрации органических кислот и транс-ресвератрола определяли методом высокоэффективного капиллярного электрофореза; фенольные вещества, антоцианы определяли спектрофотометрически. Органолептические показатели определялись по стандартной методике дегустационной комиссией СКФНЦСВВ. Разработан ДНК-паспорт сорта винограда Дмитрий (Варуссе × Гранатовый), подтверждено происхождение сорта от заявленных родительских форм, определено наличие генов устойчивости к оидиуму *Ren3* и *Ren9*. В виноматериалах из винограда сорта Дмитрий отмечено высокое накопление фенольных веществ (2810 мг/дм³), антоцианов (745 мг/дм³), транс-ресвератрола (4,7 мг/дм³) по сравнению с классическим сортом Каберне-Совиньон. Отмечено, что виноматериал в зависимости от почвенно-климатических условий незначительно отличается по химико-технологическим характеристикам, что говорит о высокой экологической пластичности сорта. Высокая массовая концентрация яблочной кислоты требует обязательной разработки сортоориентированной технологии. Рекомендовано использовать виноград сорта Дмитрий для производства сухих и крепленых вин с повышенным содержанием биологически активного вещества транс-ресвератрола.

Ключевые слова: сорт винограда; ДНК-анализ; качество вин.

Для цитирования: Ильницкая Е.Т., Шелудько О.Н., Макаркина М.В. Молекулярно-генетическая и химико-технологическая характеристика сорта винограда Дмитрий // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):235-241. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.006.

O R I G I N A L R E S E A R C H

Molecular-genetic and chemical-technological characteristics of 'Dmitry' grape variety

Ilnitskaya E.T.[✉], Sheludko O.N., Makarkina M.V.

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40-letiya Pobedy str., 350901 Krasnodar, Russia

✉ilnitskaya79@mail.ru

Abstract. Breeding work in viticulture is currently focused mainly on the creation of complex-resistant varieties with high crop quality. Modern methods of studying the gene pool of grapes and the quality of products obtained involve using of not only traditional approaches (agrobiological assessment, ampelographic description), but also molecular genetic, physiological-biochemical, physicochemical assessment methods. The aim of the work was to perform a molecular genetic analysis of the genotype of 'Dmitry' grape variety, created at the NCFSCVW, and to study the composition of phenolic complex and basic organic acids of wine from grape harvest. DNA profiling was performed using the PCR method with separation of reaction products on an automatic genetic analyzer for nine microsatellite loci, standard for fingerprinting of grape varieties. The analysis of presence of resistance genes to powdery mildew *Ren3*, *Ren9* and downy mildew *Rpv3* was carried out using linked DNA markers. The study of physicochemical and organoleptic indicators of bulk wines (base wines) was carried out in the period from 2013 to 2021. Mass concentrations of organic acids and trans-resveratrol were determined by high-performance capillary electrophoresis. Phenolic substances, anthocyanins were determined spectrophotometrically. Organoleptic parameters were determined according to the standard method by tasting commission of the NCFSCVW. The DNA-fingerprint of 'Dmitry' grape variety ('Varousset × Granatovyi') was developed. The variety origin from declared parental forms was confirmed. Presence of powdery mildew resistance genes *Ren3* and *Ren9* was determined. The wines from 'Dmitry' grape variety are distinguished by a high accumulation of phenolic substances (2810 mg/dm³), anthocyanins (745 mg/dm³), trans-resveratrol (4.7 mg/dm³) compared to the classic variety 'Cabernet-Sauvignon'. It is noted that base wine, depending on soil and climatic conditions, slightly differs in chemical-technological characteristics, indicating high ecological plasticity of the variety. High mass concentration of malic acid requires the mandatory development of a variety-oriented technology. It is recommended to use 'Dmitry' grape variety for the production of dry red wines and fortified wines with a high content of biologically active substance trans-resveratrol.

Key words: grape variety; DNA analysis; wine quality.

For citation: Ilnitskaya E.T., Sheludko O.N., Makarkina M.V. Molecular-genetic and chemical-technological characteristics of 'Dmitry' grape variety. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):235-241. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.006 (in Russian).

Введение

Виноград – одна из древнейших и наиболее значимых для мировой экономики сельскохозяйственных культур [1]. В Российской Федерации в силу природно-климатических особенностей виноградарство сосредоточено в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах (97,5% площадей виноградных насаждений). Краснодарский край является лидером по производству виноградовинодельческой продукции в России, здесь расположено 27,5 тыс. га виноградников или 28,7% от общей площади виноградных насаждений страны [2]. Сортимент промышленных виноградников большей частью представлен европейскими сортами-интродуцентами, урожай которых используют для виноделия, однако последнее время отмечается интерес производителей и к автохтонным сортам винограда, сортам отечественной селекции [3].

Селекционная работа в ФГБНУ «Северо-Кавказском федеральном научном центре садоводства, виноградарства, виноделия» (СКФНЦСВВ) направлена в первую очередь на создание сортов винограда, максимально адаптированных к местным агроэкологическим условиям. Сочетание качества урожая с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессовым факторам региона – основная задача проводимых селекционных работ. Одним из последних созданных сортов винограда селекции СКФНЦСВВ является технический сорт под наименованием Дмитрий, который был передан на государственное сортоиспытание в 2012 г. В 2019 г. получен патент на селекционное достижение № 10264; в конце 2021 г. сорт винограда Дмитрий включен в Государственный реестр Российской Федерации селекционных достижений, допущенных к использованию.

Комплексный подход при сортоизучении и селекции в настоящее время предполагает использование не только традиционных методов (агробиологическая оценка, ампелографическое описание) [4–7], но и современных молекулярно-генетических [8–11], физиологических и биохимических методов оценки [12–16], которые позволяют получить более полную информацию об изучаемых образцах, генетическом потенциале сорта и качестве получаемого урожая и вина.

Цель работы – выполнить молекулярно-генетический анализ генотипа винограда сорта Дмитрий и определить наличие некоторых ценных генов, характеризующих его наследственный потенциал устойчивости к патогенам, а также изучить особенности состава фенольного комплекса и основных органических кислот вина, которые влияют на органолептические показатели и стабильность готовой продукции и определяют потенциал качества урожая сорта для виноделия.

Материал и методы исследования

Материал для ДНК-анализа (апикальные части молодых побегов) отбирали с растений технического сорта винограда селекции СКФНЦСВВ – Дмитрий. Молекулярно-генетические исследования проводили

стандартными методами, применяемыми в исследованиях подобного направления, оптимизированными под имеющийся приборный парк ЦКП «Геномные и постгеномные технологии» СКФНЦСВВ. ДНК выделяли методом на основе ЦТАБ (цитилтримилламмоний бромид) [17]. ДНК-профилирование проводили с применением стандартного для создания ДНК-паспортов винограда набора ДНК-маркеров: VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD27, VrZag62, VrZag79, VVMD25, VVMD28 и VVMD32 [18, 19]. Лocus устойчивости к оидиуму *Ren3* и *Ren9* анализировали с помощью маркеров GF15-42, ScORGF15-02 [20] и CenGen6 [21] соответственно, к милдью *Rpv3* – UDV305 и UDV737 [22]. Генотипирование выполнено по ранее отработанным протоколам на приборе Eppendorf MasterCycler nexus GX2 (Германия) методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующей оценкой амплифицированных фрагментов ДНК с помощью фрагментного анализа с использованием генетического анализатора Нанофор 05 (Институт аналитического приборостроения РАН, Санкт-Петербург, Россия). Для корректировки определяемых размеров аллелей использовали сорта-контроли с известным ДНК-профилем по изучаемым локусам: при паспортизации – Пино нуар ('Pinot noir') и при идентификации локусов *Ren3*, *Ren9* и *Rpv3* – Сейв Виллар 12-375 ('Seve Villard 12-375').

Также объектами исследования являлись сухие красные вина наливом (далее по тексту – виноматериалы), приготовленные из винограда сорта Дмитрий и в качестве контроля – из западноевропейского сорта Каберне-Совиньон ('Cabernet-Sauvignon'). Изучение физико-химических и органолептических показателей вин наливом из сорта винограда Дмитрий проводили в период с 2013 по 2021 гг. Урожай винограда, выращенного в агроэкологических условиях Краснодарского края в Центральной зоне (г. Краснодар, форма куста – двухсторонний кордон «Казенава», схема посадки – 3×2 м) и Таманской подзоне Анапа-Таманской зоны (Темрюкский р-н, форма куста – двухсторонний кордон «Казенава», схема посадки – 3,5×2 м), собирали в период технической зрелости.

Сухие красные виноматериалы производили брожением сусла на мезге с «плавающей шапкой» [23]. Исследование их физико-химических и органолептических показателей осуществляли после 1 января следующего за годом урожая. Органолептические показатели определяли по стандартной методике дегустационной комиссией СКФНЦСВВ. Массовые концентрации органических кислот, транс-ресвератрола определяли методом высокоэффективного капиллярного электрофореза (Капель 105, Россия); фенольные вещества, антоцианы определяли спектрофотометрически (ЮНИКО 1201, Россия). Измерения выполняли на оборудовании центра коллективного пользования СКФНЦСВВ в условиях повторяемости с оценкой приемлемости результата. Математическую обработку данных проводили с применением математического пакета Mathcad-15 и Microsoft Excel 2019.

Результаты и их обсуждение

Сорт винограда Дмитрий выделен из гибридной популяции, полученной от скрещивания сортов Варуссе ('Varouset') и Гранатовый. В данной гибридной комбинации источником качества является сорт Гранатовый (*Vitis vinifera* L.), а донором устойчивости к неблагоприятным факторам среды – межвидовой гибрид Варуссе (Сейв Виллар 23-657, СВ 23657).

Дмитрий относится к сортам позднего срока созревания. Ягода черная, с густым пруиновым налетом, слегка овальная. Гроздь ширококоническая, средней плотности (рис.). Средняя масса грозди 230 г. Урожайность – 14 т/га при схеме посадки 3×1,5 м. Средняя сахаристость сока ягод 22,3 г/100 см³, при массовой концентрации титруемых кислот 9,5 г/дм³. Отличается толерантностью к корневой форме филлоксеры и высокой устойчивостью к грибным болезням. Характеризуется повышенной устойчивостью к морозу (-25°C), способностью легко восстанавливаться и плодоносить на порослевых побегах. Сорт Дмитрий можно возделывать в корнесобственной культуре без укрытия кустов на зиму в укрывной зоне виноградарства Краснодарского края и регионах со схожими агроклиматическими условиями.

Фенотипические характеристики сорта могут варьировать в определенном диапазоне в зависимости от агроклиматических условий, агротехники насаждений; молекулярно-генетические данные напрямую характеризуют генотип и являются стабильными характеристиками [24]. Разработан ДНК-профиль генотипа сорта винограда Дмитрий по девяти микросателлитным локусам, которые общеприняты для ДНК-паспортизации сортов винограда (табл. 1). ДНК-профиль был проверен на предмет совпадений в международной базе сортов винограда (IVC); генотипов с идентичным профилем набора аллелей по девяти микросателлитным локусам не выявлено [25]. Таким образом, полученные данные могут быть использованы для ДНК-идентификации посадочного материала и растений винограда при спорных вопросах сортовой принадлежности.

Ранее нами был создан профиль сорта по шести микросателлитным локусам (минимальный стандартный набор для ДНК-паспортизации сортов винограда), что позволило уточнить происхождение сорта, так как аллели микросателлитных локусов генома наследуются по кодоминантному типу. Данные молекулярно-генетического анализа подтвердили происхождение сорта Дмитрий (Варуссе × Гранатовый) от заявленных родительских форм – в каждом анализируемом локусе выявлена одна аллель от материнского генотипа Варуссе и одна аллель от сорта Гранатовый [26]. Полученный ДНК-профиль по 9 микросателлитным локусам также подтверждает данную информацию.

Полевые наблюдения показывают повышенную устойчивость растений сорта Дмитрий к милдью и оидиуму [27]. Нами выполнен ДНК-маркерный анализ на наличие генов устойчивости к оидиуму *Ren3*, *Ren9* и гену устойчивости к милдью *Rpv3* [28], нали-



Рис. Гроздь сорта винограда Дмитрий
Fig. A bunch of 'Dmitry' grape variety

Таблица 1. ДНК-профиль сорта винограда Дмитрий по 9 SSR-локусам

Table 1. DNA-profile of 'Dmitry' grape variety for 9 SSR loci

Сорт	Аллели SSR-локусов, п.н.								
	VVS2	VVMD5	VVMD7	VVMD25	VVMD27	VVMD28	VVMD32	VtZag62	VtZag79
Пино нуар	137 151	230 240	239 243	239 249	186 190	218 236	240 272	188 194	239 245
Дмитрий	133 145	234 234	239 251	241 241	190 190	234 244	240 272	194 194	243 261

чие данных генов в генотипе сорта Дмитрий можно предполагать согласно его родословной. Локусы *Ren3*, *Ren9*, *Rpv3* наследуются от североамериканских видов винограда и могут быть определены с помощью ДНК-маркеров [20–22, 29–31].

Анализ генотипа ДНК-маркерами, сцепленными с генами устойчивости к оидиуму *Ren3* и *Ren9*, выявил целевые аллели по анализируемым микросателлитным локусам GF15-42 и SCGF15-02 (*Ren3*) и CenGen6 (*Ren9*) (табл. 2). Анализ генотипа ДНК-маркерами, сцепленными с геном устойчивости к милдью *Rpv3*, не выявил целевые аллели [28], следовательно, устой-

чивость к милдью в генотипе сорта обусловлена другими генами устойчивости, но не *Rpv3*.

Таким образом, по данным ДНК-маркерного анализа показано наличие в генотипе сорта Дмитрий локусов устойчивости к оидиуму *Ren3*, *Ren9*. В дальнейшей селекционной работе данный сорт может быть использован как донор генов *Ren3*, *Ren9*.

При селекции технических сортов винограда одним из наиболее важных параметров оценки перспективности новых форм является качество образцов вино-материалов из урожая этих форм. Фенольные вещества и их производные влияют на вкус, аромат, цвет и прозрачность вино-материалов. Проведенные исследования показателей, характеризующих качество вина, показали, что вино-материал, приготовленный из сорта винограда Дмитрий, независимо от почвенно-климатических условий зон Краснодарского края, отличается высоким накоплением фенольных веществ, антоцианов и биологически активного вещества транс-ресвератрола по сравнению с контролем (табл. 3). Установлено незначительное влияние подзоны на содержание фенольных веществ в вино-материале Дмитрий (4%) по сравнению с контролем Каберне-Совиньон (15%).

Установлено также умеренное влияние подзоны на накопление органических кислот в вино-материале из сорта винограда Дмитрий (6%) (табл. 4). Для сорта винограда Дмитрий характерно накапливать в вино-материалах повышенные концентрации яблочной кислоты по сравнению с контролем (табл. 4), что требует проведения биологического кислотопонижения вино-материалов с целью получения готовой продукции, полностью сбалансированной во вкусе.

В период 2013–2021 гг. проводили дегустацию опытных образцов вино-материалов и крепленых вино-материалов, произведенных в условиях микровиноделия. Вино-материалы из урожая сорта винограда Дмитрий отличаются интенсивным темно-рубиновым цветом, ярким, развитым ароматом с оттенками черной смородины и ежевики, полным вкусом. Крепленые вино-материалы обладают насыщенным рубиновым цветом, сложным ароматом с оттенками чернослива, ежевики, шоколада и полным, экстрактивным вкусом. Дегустационная оценка вино-материалов составила 7,8–8,2 баллов, крепленых вино-материалов

Таблица 2. Идентифицированные аллели микросателлитных локусов, сцепленных с генами *Ren3*, *Ren9* и *Rpv3*

Table 2. Identified alleles of microsatellite loci linked to *Ren3*, *Ren9*, and *Rpv3* genes

Сорт	<i>Ren3</i>		<i>Ren9</i>		<i>Rpv3</i>	
	GF15-42	SCGF15-02	CenGen6	UDV305	UDV737	
Сейв Виллар 12-375 (контроль)	199	242	276:287	299:361	279:299	
Дмитрий	197:199	242	271:287	254	285:295	

Таблица 3. Содержание фенольных веществ в вино-материалах, мг/дм³ (средние значения за 2013–2021 гг.)

Table 3. The content of phenolic substances in base wines, mg/dm³ (average values for 2013–2021)

Сорт	Сумма фенольных веществ		Мономеры		Полимеры		Антоцианы		Транс-ресвератрол	
	ЦЗ	ТПЗ	ЦЗ	ТПЗ	ЦЗ	ТПЗ	ЦЗ	ТПЗ	ЦЗ	ТПЗ
Дмитрий	2810	2685	885	870	1925	1830	745	730	4,7	4,7
Каберне-Совиньон	2085	1760	725	585	1355	1175	305	285	1,7	1,6

Примечание. ЦЗ – центральная зона Краснодарского края; ТПЗ – Таманская подзона Краснодарского края

Таблица 4. Содержание органических кислот в вино-материалах, г/дм³ (средние значения за 2013–2021 гг.)

Table 4. The content of organic acids in base wines, g/dm³ (average values for 2013–2021)

Сорт	Винная		Яблочная		Янтарная		Лимонная		Уксусная		Молочная		Сумма	
	ЦЗ	ТПЗ	ЦЗ	ТПЗ	ЦЗ	ТПЗ	ЦЗ	ТПЗ	ЦЗ	ТПЗ	ЦЗ	ТПЗ	ЦЗ	ТПЗ
Дмитрий	2,0	2,0	3,2	3,5	0,9	1,1	0,5	0,5	0,4	0,4	0,1	0,1	7,1	7,6
Каберне-Совиньон	2,9	3,1	2,0	2,2	1,0	1,2	0,4	0,3	0,4	0,4	0,1	0,1	6,4	7,0

Примечание. ЦЗ – центральная зона Краснодарского края; ТПЗ – Таманская подзона Краснодарского края

– 8,0–8,5 баллов (проходной балл 7,3). Вино-материалы рекомендуются к выдержке для производства выдержанных вин, также рекомендуется производство кагора.

Выводы

Разработан ДНК-профиль сорта винограда селекции СКФНЦСВВ Дмитрий по стандартам *IVCS*, позволяющий проводить ДНК-идентификацию сортовой принадлежности растительного материала. Родословная сорта подтверждается данными ДНК-анализа.

В результате ДНК-маркерной оценки определено наличие в генотипе сорта Дмитрий локусов устойчивости к оидиуму *Ren3*, *Ren9*.

Установлено, что сорт винограда Дмитрий обуславливает в винах высокое накопление фенольных веществ (2810 мг/дм³) и антоцианов (745 мг/дм³).

Отмечено, что сорт винограда Дмитрий накапливает высокие концентрации транс-ресвератрола в вино-материалах (4,7 мг/дм³) по сравнению с классиче-

ским сортом Каберне-Совиньон (1,7 мг/дм³).

Отмечено, что виноматериал Дмитрий в зависимости от почвенно-климатических условий подзоны незначительно отличается по содержанию суммы фенольных соединений, антоцианов (варьирование до 4%) и органических кислот (варьирование до 6%), что позволило сделать вывод о высокой экологической пластичности данного сорта винограда.

Установлено, что для виноматериалов из сорта винограда Дмитрий характерна высокая массовая концентрация яблочной кислоты, что требует обязательной разработки сорт ориентированной технологии.

Рекомендовано использовать виноград сорта Дмитрий для производства сухих вин и кагоров с повышенным содержанием биологически активного вещества транс-ресвератрола.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0498-0022-0001.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0498-0022-0001.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

- Alston J.M., Sambucci O. Grapes in the world economy. The Grape Genome. 2019;1-24. DOI 10.1007/978-3-030-18601-2_1.
- Egorov E.A. Grape breeding is a key link in the development of grapes and winemaking industry. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021;25(4):408-413. DOI 10.18699/VJ21.045.
- Егоров Е.А., Петров В.С. Сортовая политика в современном виноградарстве России // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН. 2020;49:147-151.
- Roychev V.R., Ivanov A., Keranova N., Tsaykin N. Agrobiological evaluation of grapevine varieties for white and red wines. Journal of Agriculture and Plant Sciences. 2018;16(2):73-80.
- Maistrenko A., Maistrenko L., Duran N., Matveeva N. Ampelographic description, ampelometric screening and agrobiological characteristics of the Donus grape variety. E3S Web of Conferences. 2020;210:05008. DOI 10.1051/e3sconf/202021005008.
- Iliescu M., Tomoiagă L., Pop E. A., Dan C., Călugăr A., Babeș A.C. Ampelographic and agrobiological description of a new grape variety – Roze Blaj. Advances in Agriculture and Botany - International Journal of the Bioflux Society. 2020;12(3):95-105.
- Chupardyt S., Huy D.T.N., Hachem K., Shichiyakh R.A., Bokov D., Mahmudiono T., Al-Rekaby H.Q., Kadhim M.M., Thangavelu L. Agrobiological evaluations of newly introduced grapes varieties under climatic conditions of the south of Kazakhstan. Brazilian Journal of Biology. 2022;84:e258275. DOI 10.1590/1519-6984.258275.
- Sánchez-Mora F.D., Saifert L., Zanghelini J., Assumpção W.T., Guginski-Piva C.A., Giacometti R., Novak E.I., Klabunde G.H., Eibach R., Dal Vesco L., Nodari R.O., Welter L.J. Behavior of grape breeding lines with distinct resistance alleles to downy mildew (*Plasmopara viticola*). Crop Breeding and Applied Biotechnology. 2017;17(2):141-149. DOI 10.1590/1984-70332017v17n2a21.
- Foria S., Monte C., Testolin R., Di Gaspero G., Cipriani G. Pyramidizing resistance genes in grape: a breeding program for the selection of elite cultivars. Acta Horticulturae: XII International Conference on Grapevine Breeding and Genetics. 2018;1248:549-554. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1248.73.
- Zini E., Dolzani C., Stefanini M., Gratl V., Bettinelli P., Nicolini D., Betta G., Dorigatti C., Velasco R., Letschka T., Vezzoli S. R-Loci arrangement versus downy and powdery mildew resistance level: a Vitis Hybrid Survey. International journal of molecular sciences. 2019;20(14):3526. DOI 10.3390/ijms20143526.
- Гориславец С.М., Рисованная В.И., Спотарь Г.Ю., Володин В.А. Генотипирование сорта винограда Бессемянный Магарача и анализ его происхождения с использованием SSR-маркеров // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;4(106):19-21.
- Bavaresco L., Pezzutto S., Gatti M. Role of the variety and some environmental factors on grape stilbenes. Vitis. 2007;46:57-61.
- Muccillo L., Gambuti A., Fruscianta L., Iorizzo M., Moio L., Raieta K., Rinaldi A., Colantuoni V., Aversano R. Biochemical features of native red wines and genetic diversity of the corresponding grape varieties from Campania region. Food Chemistry. 2014;143:506-513. DOI 10.1016/j.foodchem.2013.07.133.
- Nenko N.I., Ilyina I.A., Kiselyova G.K., Sundyрева M.A. Physiological and biochemical characteristics of resistance of grape varieties of different ecological and geographical origin to the stress factors of summer season. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2017;1-2:3-12. DOI 10.20534/AJT-17-1.2-3-11.
- Шелудько О.Н., Стрижов Н.К., Гугучкина Т.И., Гузик Т.В. Графический образ высококачественных вин // Аналитика и контроль. 2018;22(3):315-326. DOI 10.15826/analitika.2018.22.3.003.
- Salmon J.-M., Ojeda H., Escudier J.-L. Disease resistant grapevine varieties and quality: The case of Bouquet varieties. Oeno One. 2018;52(3):225-230. DOI 10.20870/oeno-one.2018.52.3.2139.
- Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. Plant Molecular Biology. 1985;5:69-76. DOI 10.1007/BF00020088.
- This P., Jung A., Boccacci P., Borrego J., Botta R., Costantini L., Crespan M., Dangel G. S., Eisenheld C., Ferreira-Monteiro F., Grando S., Ibañez J., Lacombe T., Laucou V., Magalhães R., Meredith C.P., Milani N., Peterlunger E., Regner F., Zulini L., Maul E. Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivars. Theoretical and Applied Genetics. 2004;109:1448-1458. DOI 10.1007/s00122-004-1760-3.
- This P. Microsatellite markers analysis. Minutes of the First Grape Gen06 Workshop March 22nd and 23rd, INRA, Versailles (France). 2007;12:3-42.
- Zendler D., Schneider P., Töpfer R., Zyprian E. Fine mapping of Ren3 reveals two loci mediating hypersensitive response against Erysiphe necator in grapevine. Euphytica. 2017;213:68. DOI 10.1007/s10681-017-1857-9.
- van Heerden C.J., Burger P., Vermeulen A., Prins R. Detection of downy and powdery mildew resistance QTL in a 'Regent' × 'RedGlobe' population. Euphytica. 2014;200:281-295. DOI 10.1007/s10681-014-1167-4.
- Di Gaspero G., Copetti D., Coleman C., Castellarin S. D., Eibach R., Kozma P., Lacombe T., Gambetta G., Zvyagin A., Cindrić P., Kovács L., Morgante M., Testolin R. Selective

- sweep at the Rpv3 locus during grapevine breeding for downy mildew resistance. *Theoretical and Applied Genetics*. 2012;124:227-286. DOI 10.1007/s00122-011-1703-8.
23. Гондарева Е.Н., Агеева Н.М., Гугучкина Т.И. Современные технологические приемы винификации красных вин // Плодоводство и виноградарство юга России. 2015;34(4):86-102.
24. Villano C., Aiese Cigliano R., Esposito S., D'Amelia V., Iovene M., Carputo D., Aversano R. DNA-based technologies for grapevine biodiversity exploitation: state of the art and future perspectives. *Agronomy*. 2022;12(2):491. DOI 10.3390/agronomy12020491.
25. VIVC. Vitis International Variety Catalogue. Julius KühnInstitut, 2022. URL: <https://www.vivc.de/index.php?r=site%2Findex> (дата обращения 27.06.2022).
26. Ильницкая Е.Т., Макаркина М.В., Токмаков С.В. ДНК-профилирование и уточнение родословной некоторых сортов винограда селекции СКФНЦСВВ // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;64(4):219-228. DOI 10.30679/2219-5335-2020-4-64-219-228.
27. Ильницкая Е.Т., Нудьга Т.А., Прах А.В., Якименко Е.Н., Талаш А.И. Новые морозостойкие формы винограда селекции СКЗНИИСиВ для качественного виноделия // Виноделие и виноградарство. 2014;4:27-29.
28. Ilitskaya E.T., Makarkina M.V., Tokmakov S.V., Naumova L.G. DNA-marker based identification of the Rpv3 gene determining downy mildew resistance in grapevines. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(6):703-707. DOI 10.18699/VJ18.413.
29. Bellin D., Peressotti E., Merdinoglu D., Wiedemann-Merdinoglu S., Adam-Blondon A.F., Cipriani G., Morgante M., Testolin R., Di Gaspero G. Resistance to *Plasmopara viticola* in grapevine 'Bianca' is controlled by a major dominant gene causing localised necrosis at the infection site. *Theoretical and Applied Genetics*. 2009;120(1):163-176. DOI 10.1007/s00122-009-1167-2.
30. Welter L.J., Göktürk-Baydar N., Akkurt M., Maul E., Eibach R., Töpfer R., Zyprian E.M. Genetic mapping and localization of quantitative trait loci affecting fungal disease resistance and leaf morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Molecular Breeding*. 2007;20(4):359-374. DOI 10.1007/s11032-007-9097-7.
31. Zender D., Topfer R., Zyprian E. Confirmation and fine mapping of the resistance locus *Ren9* from the grapevine cultivar 'Regent'. *Plants*. 2021;10(1):24. DOI 10.3390/plants10010024.
- ### References
1. Alston J.M., Sambucci O. Grapes in the world economy. *The Grape Genome*. 2019:1-24. DOI 10.1007/978-3-030-18601-2_1.
2. Egorov E. A. Grape breeding is a key link in the development of the grapes and wine-making industry. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021;25(4):408-413. DOI 10.18699/VJ21.045.
3. Egorov E.A., Petrov V.S. Variety policy in the modern viticulture of Russia. *Viticulture and Winemaking. Collection of scientific works of the FSBSI Institute Magarach of the RAS*. 2020;49:147-151 (in Russian).
4. Roychev V.R., Ivanov A., Keranova N., Tsaykin N. Agrobiological evaluation of grapevine varieties for white and red wines. *Journal of Agriculture and Plant Sciences*. 2018;16(2):73-80.
5. Maistrenko A., Maistrenko L., Duran N., Matveeva N. Ampelographic description, ampelometric screening and agrobiological characteristics of the Donus grape variety // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 210. P. 05008. DOI 10.1051/e3sconf/202021005008.
6. Iliescu M., Tomoiagă L., Pop E. A., Dan C., Călugăr A., Babeş A.C. Ampelographic and agrobiological description of a new grape variety - Roze Blaj. *Advances in Agriculture and Botany - International Journal of the Bioflux Society*. 2020;12(3):95-105.
7. Chupardyt S., Huy D.T.N., Hachem K., Shichiyakh R.A., Bokov D., Mahmudiono T., Al-Rekaby H.Q., Kadhim M.M., Thangavelu L. Agrobiological evaluations of newly introduced grapes varieties under climatic conditions of the south of Kazakhstan. *Brazilian Journal of Biology*. 2022;84:e258275. DOI 10.1590/1519-6984.258275.
8. Sánchez-Mora F.D., Saifert L., Zanghelini J., Assumpção W.T., Guginski-Piva C.A., Giacometti R., Novak E.I., Klabunde G.H., Eibach R., Dal Vesco L., Nodari R.O., Welter L.J. Behavior of grape breeding lines with distinct resistance alleles to downy mildew (*Plasmopara viticola*). *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 2017;17(2):141-149. DOI 10.1590/1984-70332017v17n2a21.
9. Foria S., Monte C., Testolin R., Di Gaspero G., Cipriani G. Pyramidizing resistance genes in grape: a breeding program for the selection of elite cultivars. *Acta Horticulturae: XII International Conference on Grapevine Breeding and Genetics*. 2018;1248:549-554. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1248.73.
10. Zini E., Dolzani C., Stefanini M., Gratl V., Bettinelli P., Nicolini D., Betta G., Dorigatti C., Velasco R., Letschka T., Vezzoli S. R-Loci arrangement versus downy and powdery mildew resistance level: a Vitis Hybrid Survey. *International journal of molecular sciences*. 2019;20(14):3526. DOI 10.3390/ijms20143526.
11. Gorislavets S.M., Risovannaya V.I., Spotar' G.Yu., Volodin V.A. Genotyping of Bessemyannyi Magaracha grape variety and analysis of its origin using SSR markers. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;4(106):19-21 (in Russian).
12. Bavaresco L., Pezzutto S., Gatti M. Role of the variety and some environmental factors on grape stilbenes. *Vitis*. 2007;46:57-61.
13. Muccillo L., Gambuti A., Frusciantè L., Iorizzo M., Moio L., Raieta K., Rinaldi A., Colantuoni V., Aversano R. Biochemical features of native red wines and genetic diversity of the corresponding grape varieties from Campania region. *Food Chemistry*. 2014;143:506-513. DOI 10.1016/j.foodchem.2013.07.133.
14. Nenko N.I., Ilyina I.A., Kiselyova G.K., Sundryeva M.A. Physiological and biochemical characteristics of resistance of grape varieties of different ecological and geographical origin to the stress factors of summer season. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. 2017;1-2:3-12. DOI 10.20534/AJT-17-1-2-3-11.
15. Shelud'ko O.N., Strizhov N.K., Guguchkina T.I., Guzik T.V. Graphic image of high quality wines. *Analytics and control*. 2018;22(3):315-326. DOI 10.15826/analitika.2018.22.3.003 (in Russian).
16. Salmon J.-M., Ojeda H., Escudier J.-L. Disease resistant grapevine varieties and quality: The case of Bouquet varieties. *Oeno One*. 2018;52(3):225-230. DOI 10.20870/oeno-one.2018.52.3.2139.
17. Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biology*. 1985;5:69-76. DOI 10.1007/BF00020088.
18. This P., Jung A., Boccacci P., Borrego J., Botta R., Costantini L., Crespan M., Dangl G. S., Eisenheld C., Ferreira-Monteiro F., Grando S., Ibañez J., Lacombe T., Laucou V., Magalhães R., Meredith C.P., Milani N., Peterlunger E., Regner F., Zulini L., Maul E. Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*. 2004;109:1448-1458. DOI

- 10.1007/s00122-004-1760-3.
19. This P. Microsatellite markers analysis. Minutes of the First Grape Gen06 Workshop March 22nd and 23rd, INRA, Versailles (France). 2007;12:3-42.
20. Zendler D., Schneider P., Töpfer R., Zyprian E. Fine mapping of Ren3 reveals two loci mediating hypersensitive response against *Erysiphe necator* in grapevine. *Euphytica*. 2017;213:68. DOI 10.1007/s10681-017-1857-9.
21. van Heerden C.J., Burger P., Vermeulen A., Prins R. Detection of downy and powdery mildew resistance QTL in a 'Regent' × 'RedGlobe' population. *Euphytica*. 2014;200:281-295. DOI 10.1007/s10681-014-1167-4.
22. Di Gaspero G., Copetti D., Coleman C., Castellarin S. D., Eibach R., Kozma P., Lacombe T., Gambetta G., Zvyagin A., Cindrić P., Kovács L., Morgante M., Testolin R. Selective sweep at the Rpv3 locus during grapevine breeding for downy mildew resistance. *Theoretical and Applied Genetics*. 2012;124:227-286. DOI 10.1007/s00122-011-1703-8.
23. Gontareva E.N., Ageeva N.M., Guguchkina T.I. Modern technological methods of vinification of red wines. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2015;34(4):86-102 (*in Russian*).
24. Villano C., Aiese Cigliano R., Esposito S., D'Amelia V., Iovene M., Carputo D., Aversano R. DNA-based technologies for grapevine biodiversity exploitation: state of the art and future perspectives. *Agronomy*. 2022;12(2):491. DOI 10.3390/agronomy12020491.
25. VIVC. *Vitis International Variety Catalogue*. Julius KühnInstitut, 2022. URL: <https://www.vivc.de/index.php?r=site%2Findex> (accessed: 27.06.2022).
26. Ilnitskaya E.T., Makarkina M.V., Tokmakov S.V. DNA-profiling and clarification of the pedigree of some grape varieties of NCFSCHVW breeding. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2020;64(4):219-228. DOI 10.30679/2219-5335-2020-4-64-219-228 (*in Russian*).
27. Ilnitskaya E.T., Nudga T.A., Prakh A.V., Yakimenko E.N., Talash A.I. New frost resistant forms of grapes selected in the North-Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture for quality winemaking. *Winemaking and viticulture*. 2014;4:27-29 (*in Russian*).
28. Ilnitskaya E.T., Makarkina M.V., Tokmakov S.V., Naumova L.G. DNA-marker based identification of the Rpv3 gene determining downy mildew resistance in grapevines. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(6):703-707. DOI 10.18699/VJ18.413.
29. Bellin D., Peressotti E., Merdinoglu D., Wiedemann-Merdinoglu S., Adam-Blondon A.F., Cipriani G., Morgante M., Testolin R., Di Gaspero G. Resistance to *Plasmopara viticola* in grapevine 'Bianca' is controlled by a major dominant gene causing localised necrosis at the infection site. *Theoretical and Applied Genetics*. 2009;120(1):163-176. DOI 10.1007/s00122-009-1167-2.
30. Welter L.J., Göktürk-Baydar N., Akkurt M., Maul E., Eibach R., Töpfer R., Zyprian E.M. Genetic mapping and localization of quantitative trait loci affecting fungal disease resistance and leaf morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Molecular Breeding*. 2007;20(4):359-374. DOI 10.1007/s11032-007-9097-7.
31. Zendler D., Topfer R., Zyprian E. Confirmation and fine mapping of the resistance locus *Ren9* from the grapevine cultivar 'Regent'. *Plants*. 2021;10(1):24. DOI 10.3390/plants10010024.

Информация об авторах

Елена Тарасовна Ильницкая, канд. биол. наук, зав. лабораторией сортоизучения и селекции винограда; e-mail: ilnitskaya79@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2446-0971>;

Ольга Николаевна Шелудько, д-р техн. наук, профессор, зав. научным центром «Виноделие»; e-mail: scheludcko.olga@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8655-3375>;

Марина Викторовна Макаркина, мл. науч. сотр. лаборатории сортоизучения и селекции винограда; e-mail: konec_citatu@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3397-0666>.

Information about authors

Elena T. Ilnitskaya, Cand. Biol. Sci., Head of the Laboratory of Cultivar's Study and Breeding of Grapes; e-mail: ilnitskaya79@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2446-0971>;

Olga N. Sheludko, Dr. Tech. Sci., Professor, Head of Scientific Center "Winemaking"; e-mail: scheludcko.olga@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8655-3375>;

Marina V. Makarkina, Junior Staff Scientist, Laboratory of Cultivar's Study and Breeding of Grapes; e-mail: konec_citatu@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3397-0666>.

Статья поступила в редакцию 23.06.2022, одобрена после рецензии 18.07.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Оценка состояния почв плодоносящих виноградников Дагестана, находящихся в длительной эксплуатации

Магомедов Г.Г.✉, Магомедова Е.С.

Прикаспийский институт биологических ресурсов, ФГБУН ДФИЦ РАН, Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45

✉magas1951@mail.ru

Аннотация. В последние годы виноградовинодельческие регионы по всему миру переживают климатические изменения. Под воздействием меняющихся условий климата и интенсификации процессов возделывания многолетних культур, могут проявляться также проблемы почвенно-экологического характера. Учитывая, что эдафические условия остаются одной из основных причин различия продуктивности виноградников в пределах природного района, провинции, зоны, оценка состояния почв ампелоценозов, в том числе длительно используемых, является важной и необходимой. Цель нашего исследования – получить сведения, отражающие состояние почв плодоносящих виноградников, находящихся в длительной эксплуатации, расположенных на территории южного Дагестана, где сосредоточена и сохранилась большая часть промышленных насаждений винограда, производятся новые посадки. Выбрано два участка со светло-каштановыми и коричневыми почвами, наиболее характерными для Дагестана и южных регионов России. Виноградники расположены в равнинной и предгорной зонах одного из основных виноградовинодельческих районов республики. Определен комплекс основных показателей – гранулометрический и минеральный состав, содержание гумуса, реакция среды, степень засоленности, гидролитические условия; дана их краткая морфологическая характеристика. Полученные результаты свидетельствуют о благоприятном состоянии почвы, а урожайность, хорошее качество винограда и продуктов его переработки подтверждают ее фактическое плодородие. Способность почв сохранять ресурсный потенциал может быть обусловлена естественным процессом воспроизводства плодородия, благоприятным климатом и системой правильной агротехники. Проведенные исследования способствуют объективному учету качества земельного фонда хозяйств, определяют рациональность и эффективность его использования.

Ключевые слова: агроценоз; почва; виноград; плодородие; урожайность; продуктивность; рациональное использование.

Для цитирования: Магомедов Г.Г., Магомедова Е.С. Оценка состояния почв плодоносящих виноградников Дагестана, находящихся в длительной эксплуатации // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):242-247. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.007.

ORIGINAL RESEARCH

The estimation of soil conditions of fruit-bearing vineyards in Dagestan under long-term exploitation

Magomedov G.G.✉, Magomedova E.S.

Pre-Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Center of the RAS, 45 M. Gadzhieva str., 367000 Makhachkala, Russia

✉magas1951@mail.ru

Abstract. In recent years, grape-growing regions around the world have been experiencing climate change. Modifying climate conditions and intensification of perennial crop cultivation may also give rise to soil and environmental problems. In view of edaphic conditions remaining one of the primary factors of vineyard productivity differences within a natural area, province, zone, the estimation of soil conditions of ampelocenes, including those in long-term use, is important and necessary. The goal of our study is to gain information on the state of soils of fruit-bearing vineyards under long-term exploitation located in the Southern Dagestan, where most of commercial vine plantations are concentrated and preserved, and new vine plantings are also performed. We selected two plots with light-chestnut and brown soils, most typical for Dagestan and the Southern regions of Russia. Vineyards are located in the plain and foothill zones of one of the main viticultural areas of the republic. A set of basic parameters (granulometric and mineral composition, humus content, environmental reaction, salinity, hydrolytic conditions) is determined and their short morphological description is provided. The received data indicate a favorable state of the soil. Cropping capacity, good quality of grapes and processed products confirm its actual fertility. The ability of soils to preserve the resource potential can be attributed to natural process of fertility recovery, favorable climate conditions and a system of proper agricultural practices. Performed studies contribute to an objective evaluation of land resource quality, as well as determine the rationality and exploitation efficiency.

Key words: agrocenosis; soil; grapes; fertility; cropping capacity; productivity; rational exploitation.

For citation: Magomedov G.G., Magomedova E.S. The estimation of soil conditions of fruit-bearing vineyards in Dagestan under long-term exploitation. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):242-247. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.007 (in Russian).

Введение

Рациональное решение вопросов практического использования земель для возделывания винограда связано с необходимостью получения информации, адекватно отражающей уровень их плодородия. Из-

вестно, что в последние годы, под воздействием меняющихся условий климата и интенсификации процессов возделывания многолетних культур, могут возникать проблемы почвенно-экологического характера. Виноградные насаждения достаточно статичны по занимаемой площади и периоду эксплуатации земельного участка, поэтому важно иметь сведения об уровне плодородия почвы, служащие обоснованием

для рекомендаций при закладке новых виноградников и эксплуатации имеющихся в длительном пользовании земель [1–6].

В настоящее время на юге России, в том числе Дагестане, одним из основных производителей виноградовинодельческой продукции в стране, идет расширение площадей виноградников. Согласно Федеральному закону о виноградарстве и виноделии в Российской Федерации, который был введен в действие в 2020 г., приоритетным при посадке виноградных насаждений является использование аборигенных сортов, сортов отечественной селекции и клонов сортов-интродуцентов, традиционно возделываемых в границах определенной виноградовинодельческой зоны. Таким образом, перспектива развития виноградарства и виноделия в настоящее время включает возрождение аборигенных сортов. Следует отметить, что наличие автохтонных сортов винограда, работа над восстановлением которых в настоящее время проводится в республике, и дрожжей-сахаромицетов, выделенных из местных виноградников, представляет большой интерес для проведения исследований, направленных на решение актуальных вопросов современного виноделия [7–10].

В данной работе приведены результаты исследования состава почв плодonoсящих виноградников, находящихся в длительной эксплуатации, расположенных на территории южного Дагестана, где сосредоточена и сохранилась большая часть промышленных насаждений винограда, производятся новые посадки. Хорошая урожайность и высокое качество винограда позволяют в течение многих лет производить различные типы винодельческой продукции.

Цель работы – изучить состав и свойства почв виноградников по основным показателям, отражающим уровень их плодородия.

Объекты и методы исследования

Выбрано два участка, расположенные в равнинной и предгорной зонах южной части республики; участки условно-поливные с традиционной системой агротехники.

Для определения засоленности и минерального состава почвы исследуемых участков пробы отбирали в период вегетации винограда, в нескольких точках, по общепринятой методике почвенных исследований (Руководство по описанию почвенных профилей, МГУ, 1979 г.). Глубина профиля составляла 0–70 и 0–110 см, пробы отбирали из каждого горизонта, после смешивания их доводили до воздушно-сухого состояния и хранили в сухом месте.

Содержание гумуса, азота, фосфора и калия в образцах определяли по ОСТ – 4640-76 и ОСТ – 4652-76; валовое содержание микроэлементов по методам, рекомендованным ВАСХНИЛ [11]; анализ водной вытяжки по Е.В. Аринушкиной (Руководство по химическому анализу почв, МГУ, 1970 г.); определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена-Гильковица (Практикум по агрохимии, МГУ, 2001 г.). Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакета программ SPSS 12.0 для

Windows. Достоверность полученных отличий устанавливали по t-критерию Стьюдента. Статистически значимыми считали различия при $p \leq 0,5$.

Результаты и их обсуждение

I-й опытный участок расположен на землях ЗАО «Совхоз им. Н. Алиева» в Дербентском районе на высоте 50 м над уровнем моря. Возраст виноградников – более 40 лет. Климат умеренно теплый. Сумма активных температур (САТ) 3920–4010°C. Среднегодовое количество осадков 350–380 мм.

Краткая морфологическая характеристика участка: почвы светло-каштановые, среднемощные, среднесуглинистые на морских отложениях. Горизонты почвенного разреза характеризуются ниже.

А пах. – 0–20 см. Сухой, темно-серый, среднекомковатый, рыхлый, встречается обилие корней и растений разной толщины и длины. Переход в другой горизонт плавный. Не вскипает. Средний суглинок.

В – 20–45 см. Свежий, серовато-буроватый, мелкокомковатый, изредка песчаные потеки, встречаются мелкие корни растений и мелкие камни. Переход постепенный. Не вскипает, средний суглинок.

С_к – 45–70 см. Сухой, с палевым оттенком, слегка твердый, среднеустойчив к давлению, легко разламывается между пальцами, среднекомковатый, заметны прослойки песка и корни виноградного растения. Не вскипает. Легкий суглинок.

II-й опытный участок расположен в предгорной зоне, на землях ГУП им. Сардарова в Табасаранском районе на высоте 350 м над уровнем моря. Возраст виноградников – более 30 лет. Климат умеренно теплый. САТ 3500–3600 °C. Среднегодовое количество осадков 360–400 мм.

Краткая морфологическая характеристика участка: почвы коричневые типичные, маломощные, тяжелосуглинистые, на делювиальных отложениях. Горизонты почвенного разреза характеризуются ниже.

А пах. – 0–22 см. Сухой, светло-коричневый, мелкокомковатый, рыхлый, встречается много корней виноградного растения разной толщины и длины. Переход в другой горизонт постепенный. Не вскипает. Тяжелый суглинок.

В – 22–40 см. Более влажный, темнее предыдущего, крупнокомковатый, плотный, встречается меньше корней, чем в пахотном горизонте. Наблюдаются признаки накопления глины. Переход в другой горизонт постепенный. Не вскипает. Тяжелый суглинок.

ВС_к – 40–70 см. Влажноватый, палево-серый, среднерыхлый, встречаются корни виноградного растения и песчаные подтеки. Вскипает. Средний суглинок с песчаными прослойками.

С_к – 70–110 см. Холодит, глыбистый, менее плотный, легкосуглинистый.

Важной агрономической характеристикой почвы является характер солевого профиля. Засоление почв адекватно отражают результаты анализа почвенных растворов. Для определения состава и содержания солей наиболее простым является метод водной вытяжки, позволяющий оценить химизм и степень засоления почв. Виноград, в отличие от большинства

Таблица 1. Результаты анализа водных вытяжек из почвы исследуемых участков (по горизонтам)
Table 1. Analysis results of soil water extracts from the studied areas (by horizons)

Опытные участки, высота над уровнем моря	Глубина разреза, см	Сухой остаток, %	Сумма солей, %	HCO ₃ ⁻ , мг/экв. %	Cl ⁻ , мг/экв. %	SO ₄ ⁺⁺ , мг/экв. %	Ca ⁺⁺ , мг/экв. %	Mg ⁺⁺ , мг/экв. %	K ⁺ + Na ⁺ , по разности мг/экв. %	pH
I-й, 50 м	0–20	0,031	0,141	$\frac{0,10}{0,006}$	$\frac{0,40}{0,014}$	$\frac{0,33}{0,016}$	$\frac{0,25}{0,005}$	$\frac{0,12}{0,001}$	$\frac{0,48}{0,011}$	7,8
	20–45	0,148	0,164	$\frac{0,52}{0,031}$	$\frac{0,20}{0,007}$	$\frac{1,80}{0,086}$	$\frac{1,00}{0,020}$	$\frac{1,00}{0,012}$	$\frac{0,52}{0,012}$	
	45–70	0,198	0,226	$\frac{0,50}{0,030}$	$\frac{0,40}{0,014}$	$\frac{2,48}{0,119}$	$\frac{1,00}{0,020}$	$\frac{1,00}{0,012}$	$\frac{1,38}{0,031}$	
II-й, 350 м	0–22	0,124	0,130	$\frac{0,46}{0,028}$	$\frac{0,40}{0,014}$	$\frac{1,68}{0,041}$	$\frac{1,50}{0,030}$	$\frac{0,50}{0,006}$	$\frac{0,50}{0,011}$	7,8
	22–40	0,128	0,145	$\frac{0,50}{0,030}$	$\frac{0,20}{0,007}$	$\frac{2,14}{0,052}$	$\frac{1,00}{0,020}$	$\frac{0,50}{0,006}$	$\frac{1,34}{0,030}$	
	40–70	0,164	0,170	$\frac{0,42}{0,025}$	$\frac{0,40}{0,014}$	$\frac{1,70}{0,082}$	$\frac{1,00}{0,020}$	$\frac{0,50}{0,006}$	$\frac{1,02}{0,023}$	
	70–110	0,198	0,215	$\frac{0,24}{0,014}$	$\frac{1,00}{0,035}$	$\frac{3,33}{0,081}$	$\frac{3,00}{0,060}$	$\frac{1,00}{0,012}$	$\frac{0,57}{0,013}$	

Таблица 2. Результаты анализа водных вытяжек из почвы исследуемых участков (средняя проба, смешанные аналитические образцы, взятые по горизонтам)

Table 2. Analysis results of soil water extracts from the studied areas (average sample, mixed analytical samples taken by horizons)

Опытные участки, высота над уровнем моря	Глубина, см	Плотный остаток, %	Сумма солей, %	HCO ₃ ⁻ , мг/экв. %	Cl ⁻ , мг/экв. %	SO ₄ ⁺⁺ , мг/экв. %	Ca ⁺⁺ , мг/экв. %	Mg ⁺⁺ , мг/экв. %	K ⁺ + Na ⁺ , по разности мг/экв. %	pH
I-й, 50 м	0–60	0,094	0,094	$\frac{0,82}{0,050}$	$\frac{0,25}{0,009}$	$\frac{0,27}{0,013}$	$\frac{0,35}{0,007}$	$\frac{0,25}{0,003}$	$\frac{0,48}{0,012}$	7,8
II-й, 350 м	0–60	0,072	0,038	$\frac{0,60}{0,003}$	$\frac{0,20}{0,007}$	$\frac{0,25}{0,012}$	$\frac{0,50}{0,010}$	$\frac{0,10}{0,001}$	$\frac{0,21}{0,005}$	7,8

культурных растений, сравнительно солеустойчивая культура, однако в зависимости от сорта избирательна к составу солей, содержащихся в почве.

Результаты анализа водной вытяжки исследуемых образцов почвы приведены в табл. 1, пробы взяты по горизонтам в 2020 г.

Содержание анионов и катионов в почвах может варьировать в широких пределах. Различия обусловлены типом почвообразования, спецификой почвообразующих пород, водным и солевым режимами. При этом, засоленными считают почвы, содержащие сумму водно-растворимых солей более 0,3% [12]. В наших образцах показатель суммы солей увеличивается с глубиной, максимальная величина обнаружена в самом последнем горизонте и составляет 0,226% и 0,215%, минимальная в верхнем пахотном слое 0,141% и 0,130%, среднее значение 0,177% и 0,165%, соответственно по участкам I и II. В целом почвы исследуемых участков относятся к незасоленным. Следует отметить, что по результатам ранее проведенных исследований (анализировали средние пробы, полученные путем смешивания аналитических образцов, взятых по горизонтам), сумма солей составляла 0,094% и 0,038%, соответственно, по участкам (табл. 2). Спустя 10 лет степень их засоления увеличилась, но осталась в пределах нормы для незасоленных почв.

Исключительно важное значение для оценки почвенного плодородия и характеристики процессов почвообразования, имеют кислотно-основные свойства почвы. Виноград как растение более пластичное по отношению к реакции почвенной среды, нормально растет и плодоносит при pH в пределах от 4,0 до 8,0 и даже до 8,2, если содержание водорастворимых солей в почве не превышает предела солевойности. Согласно полученным результатам, почвы опытных участков слабощелочные, pH на уровне 7,8 (табл. 1,2). По данным многих авторов слабощелочные условия, где pH варьирует в пределах 7,5–8,5 (8,7) наблюдаются в южных черноземах, в карбонатных почвах, в автоморфных почвах сухих и полупустынных степей. Микробиологическая деятельность, нитрификационная способность, условия азотного питания, доступность многих зольных элементов в таких почвах хорошие [13].

Важное значение для питания растений и процессов взаимодействия между почвой и вносимыми удобрениями имеет поглотительная способность. Поглощенные основания определяют реакцию среды и питательный режим почвы в целом. Для определения степени насыщенности ими почв определяют сумму поглощенных оснований, показывающую общее содержание катионов оснований в почвенном погло-

Таблица 3. Результаты химического анализа исследуемых почвенных образцов (средняя проба)**Table 3.** The results of chemical analysis of the studied soil samples (average sample)

Опытные участки, высота над уровнем моря	Глубина взятия образца, см	Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г	Поглощенный Са ⁺⁺ , мг-экв/100 г	Поглощенный Mg ⁺⁺ , мг-экв/100 г	Поглощенный Na ⁺ , мг-экв/100 г	Подвижный Са ⁺⁺ , мг-экв/100 г	Подвижная P ₂ O ₅ , мг/100 г	Подвижная K ₂ O, мг/100 г	Щелочно-гидролизуемый азот, мг/100 г
I-й, 50 м	0–60	40,6	33,7	4,75	2,21	34,0	3,7	89	0,42
II-й, 350 м	0–60	39,7	37,5	0,90	1,28	38,0	1,0	76	0,36

Таблица 4. Макро- и микроэлементный состав почвы исследуемых участков**Table 4.** Macro- and micro- element composition of the soil of the studied areas

Опытные участки, высота над уровнем моря	Гумус, %	Макроэлементы, мг/100 г			Микроэлементы, мг/кг						
		N	K	P	Pb	Cd	Cu	Zn	Mn	Ni	Co
I-й, 50 м	1,2	70,0	760,0	10,0	10,5	0,0	7,4	18,6	59,0	12,8	0,9
II-й, 350 м	1,4	50,0	890,0	37,0	10,2	0,0	5,7	10,4	60,0	9,6	0,8

щающем комплексе. В табл. 3 представлены данные химического анализа двух типов исследуемых почв (средние пробы, полученные путем смешивания аналитических образцов, взятых по горизонтам). По сумме поглощенных оснований почвенные образцы отличаются незначительно. В поглощающем комплексе преобладает кальций. В светло-каштановой почве I-го участка выше показатели поглощенного Mg²⁺ и Na⁺, подвижной P₂O₅ и K₂O, щелочно-гидролизуемого азота, а в коричневой почве II-го участка – поглощенного и подвижного Са²⁺. С агрономической точки зрения наиболее ценным является катион кальция, который способствуя коагуляции почвенных коллоидов, обуславливает закрепление гумуса и образование водопрочной зернисто-комковатой структуры, а значит, и благоприятные агрофизические свойства.

В процессах образования почвы исключительно важную роль играет гумус. Для виноградного растения гумусовое состояние имеет свои особенности. Его содержание в почвах виноградников очень важно не только для питания виноградного растения, но и для улучшения их физико-биологических свойств. Рыхлым, легким почвам он придает связность, тяжелым повышает структурность, увеличивая их порозность, водо- и воздухопроницаемость, ведет к росту количества микроорганизмов, стимулирует их деятельность [13]. Содержание гумуса в образцах почвы опытных участков, соответственно на I-м и II-м, составило 1,2% и 1,4%, что характерно для исследуемых типов почв (табл. 4). Для оценки продуктивности каждого гектара виноградника, рационального использования почв, необходимо также иметь сведения о ее химическом составе. Для винограда, как и для других растений, главными элементами питания являются азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера и железо. Наряду с ними важную роль играют натрий, алюминий, кремний, барий, а также микроэлементы

– бор, марганец, медь, цинк, кобальт. Элементный состав, определенный в средних пробах двух опытных участков, представлен в табл. 4.

Как известно, из семи основных элементов питания в большем количестве растением усваиваются азот, фосфор и калий, которые в почве содержатся в минимальном количестве, что требует внесения удобрений, концентрация остальных четырех элементов находится на достаточном уровне. При определении подвижных форм азота, фосфора и калия в средних пробах почв исследуемых зон выявлена концентрация, достаточная для нормального роста и развития растения.

В виноградарской практике доказана положительная роль внесения в почву многих микроэлементов, в числе которых марганец, бор, медь, цинк, кобальт, никель. По содержанию питательных веществ, все почвы, применительно к различным сельскохозяйственным культурам (овощные, зерновые, пропашные) делят на группы. Однако применительно к винограду такие группы практически не разработаны. Ориентировочно можно использовать информацию об обеспеченности почв для пропашных культур, близких к винограду по выносу питательных веществ. Анализируя результаты наших исследований, с учетом шкалы обеспеченности почв подвижными формами микроэлементов, следует отметить, что в обоих районах по содержанию меди и цинка они относятся к группе очень высоко обеспеченных, по марганцу – к группе с высокой, по кобальту – с низкой обеспеченностью. Полученные данные позволяют сопоставить фактический элементный состав и желаемый для получения высоких урожаев. При этом окончательно разработать систему удобрений на винограднике можно только на основе конкретных опытов и оценки качества винограда и продуктов его переработки. Характеризуя почву по содержанию макро- и микро-

элементов, следует учитывать тот факт, что их доступность во многом зависит от механического состава и теплофизических свойств почвы. Так, при хорошем газообмене, достаточном количестве тепла и влаги, физико-химические и биологические процессы протекают более активно, быстрее и больше образуются усвояемые соединения.

Поскольку оптимум почвенных условий для выращивания винограда оценивается по целому комплексу характеристик, в числе которых основные – гранулометрический и минеральный состав, содержание гумуса, реакция почвенной среды, степень засоленности, гидролитические условия, почву исследованных агроценозов можно считать плодородной, способной обеспечивать хороший урожай. При этом фактическое ее плодородие определяется продуктивностью, агробиологической и химико-технологической характеристикой винограда.

Исследование винограда, произрастающего в условиях юго-восточных предгорий, где расположен один из исследуемых нами участков, проведенные в этом аспекте, показали возможность получения из него виноматериалов для шампанских вин [14]. Целесообразность их производства обоснована и результатами биотехнологического изучения сорта Ркацители, произрастающего на опытных участках, согласно которым, при рациональном, дифференцированном подходе из винограда предгорной провинции можно производить качественные шампанские виноматериалы, а из равнинной зоны – натуральные сухие вина и коньячные виноматериалы [15, 16]. Эти данные, в совокупности с результатами, полученными при изучении почвы, свидетельствуют о степени плодородия, способной обеспечить хороший урожай винограда для производства различных типов вин.

Выводы

Исследование состава и свойств почвы виноградников, расположенных на территории южного Дагестана, возраст которых превышает 30–40 лет показало, что она остается достаточно плодородной, обеспечивающей хороший урожай винограда как сырья для производства различных типов продукции. Их долговечность, продуктивность и рентабельность может быть обусловлена естественным процессом воспроизводства плодородия, благоприятным климатом и системой правильной агротехники.

Проведенные исследования способствуют объективному учету качества земельного фонда хозяйств, определяют рациональность и эффективность его использования.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Van Leeuwen C., Roby J.-Ph., de Rességuier L. Soil-related terroir factors: a review. *OENO one*. 2018;52(2):173-188. DOI 10.20870/oeno-one.2018.52.2.2208.
2. Лукьянов А.А., Антоненко М.В., Гапоненко Ю.В., Гонtareва Е.Н. Влияние факторов среды ампелоценоза на формирование качественных показателей вина // *Научный журнал КубГАУ*. 2015;112:1220-1231.
3. Tóth J.P., Végvári Z. Future of winegrape growing regions in Europe. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2015;22(1):64-72. DOI 10.1111/ajgw.12168.
4. Hewer M.J., Gough W.A. Assessing the impact of projected climate change on the future of grape growth and wine production in the Niagara Peninsula (Canada). *Journal of Wine Research*. 2019;31(4):6-34. DOI 10.1080/09571264.2019.1699781.
5. Казиев М.-Р.А., Аличаев М.М., Султанова М.Г. Тренды развития почвенных процессов в природных ландшафтах горной и предгорной провинций Дагестана // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2018;4:43-45. DOI 10.31857/S250026270000545-4.
6. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Новикова Л.Ю., Намумова Л.Г., Лукьянова А.А. Влияние изменений климата на фенологию винограда // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2019;57(3):29-50. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-29-50.
7. Власова О.К., Бахмулаева З.К., Даудова Т.И., Магадова С.А., Магомедов Г.Г., Гасанов Р.З., Казахмедов Р.Э. Биохимический состав винограда, произрастающего в условиях равнинной зоны Дагестана // *Виноделие и виноградарство*. 2020;4:28-35.
8. Власова О.К., Бахмулаева З.К., Магадова С.А., Гасанов Р.З., Шелудько О.Н., Якуба Ю.Ф., Митрофанова Е.А., Аливердиева Д.А. Биотехнологические исследования винограда, произрастающего в условиях южной зоны Дагестана // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2021;67(1):305-318. DOI 10.30679/2219-5335-2021-1-67-305-318.
9. Качалкин А.В., Абдуллабекова Д.А., Магомедова Е.С., Магомедов Г.Г., Чернов И.Ю. Дрожжевые грибы виноградников Дагестана и других регионов // *Микробиология*. 2015;84(3):360-368.
10. Абдуллабекова Д.А., Магомедова Е.С., Магомедов Г.Г., Аливердиева Д.А., Качалкин А.В. Дрожжевые сообщества каштановых почв под виноградниками Дагестана // *Почвоведение*. 2017;12:1494-1498.
11. Важенин И. Г. Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах. М.: Колос. 1974:1-284.
12. Веригин Н.Н., Васильев С.В., Куранов Н.П., Шульгин Д.Ф. Методы прогноза солевого режима грунтов и грунтовых вод. М.: Колос.1979:1-336.
13. Вальков В.Ф., Фиськов А.П. Почвенно-экологические аспекты виноградарства. Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского Университета. 1992:1-112.
14. Казиев М.-Р.А. Культура винограда в предгорье и на пещках Западного Прикаспия: экология; технология; перспективы. Махачкала: Даггоссельхозакадемия. 2009:1-288.
15. Бахмулаева З.К., Магадова С.А. Физические свойства шампанских виноматериалов, полученных из винограда, произрастающего в центральном и южном Дагестане // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2014;16(3):721-723.
16. Власова О.К., Магадова С.А., Бахмулаева З.К. Летучие вещества в виноматериалах в зависимости от технологии переработки и условий произрастания винограда // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2013;15(3-2):709-711.

References

1. Van Leeuwen C., Roby J.-Ph., de Rességuier L. Soil-related terroir factors: a review. *OENO one*. 2018;52(2):173-188. DOI 10.20870/oeno-one.2018.52.2.2208.
2. Lukyanov A.A., Antonenko M.V., Gaponenko U.V., Gontareva E.N. Effects of emilianos environmental factors on formation of qualitative indicators of wines. *Scientific journal of KubSAU*. 2015;112:1220-1231 (*in Russian*).
3. Tóth J.P., Végvári Z. Future of winegrape growing regions in Europe. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2015;22(1):64-72. DOI 10.1111/ajgw.12168.
4. Hewer M.J., Gough W.A. Assessing the impact of projected climate change on the future of grape growth and wine production in the Niagara Peninsula (Canada). *Journal of Wine Research*. 2019;31(4):6-34. DOI 10.1080/09571264.2019.1699781.
5. Kaziev M.-R. A., Alichayev M.M., Sultanova M.G. Trends of soil processes in the natural landscapes of mountain and foothill province of the republic of Dagestan. *Russian Agricultural Science*. 2018;4:43-46 (*in Russian*).
6. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Novikova L.Yu., Naumova L.G., Lukyanova A.A. The influence of climate changes the grape phenology. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2019;57(3):29-50. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-29-50 (*in Russian*).
7. Vlasova O.K., Bakhmulaeva Z.K., Daudova T.I., Magadova S.A., Magomedov G.G., Gasanov R.Z., Kazakhmedov R.E. Biochemical composition of grapes growing in the lowland zone of southern Dagestan. *Winemaking and viticulture*. 2020;4:28-35 (*in Russian*).
8. Vlasova O.K., Bakhmulaeva Z.K., Magadova S.A., Gasanov R.Z., Sheludko O.N., Yakuba U.F., Mitrofanova E.A., Aliverdieva D.A. Biotechnological research of grapes growing under the conditions of Dagestan Southern zone. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2021;67(1):305-318. DOI 10.30679/2219-5335-2021-1-67-305-318 (*in Russian*).
9. Kachalkin A.V., Abdullabekova D.A., Magomedova E.S., Magomedov G.G., Chernov I.Yu. Yeasts of the vineyards in Dagestan and other regions. *Microbiology*. 2015;84(3):360-368 (*in Russian*).
10. Abdullabekova D.A., Magomedova E.S., Magomedov G.G., Aliverdieva D.A., Kachalkin A.V. Yeast communities of chestnut soils under vineyards in Dagestan. *Eurasian Soil Science*. 2017;12:1494-1498 (*in Russian*).
11. Vazhenin I.G. Methods for determining trace elements in soils, plants and waters. M.: Kolos. 1974:1-284 (*in Russian*).
12. Verigin N.N., Vasilyev S.V., Kuranov N.P., Shulgin D. F. Methods for predicting the salt regime of soils and groundwaters. M.: Kolos. 1979:1-336 (*in Russian*).
13. Valkov V.F., Fiskov A.P. Soil and environmental aspects of viticulture. Rostov-on-Don: Izdatel'stvo Rostovskogo Universiteta. 1992:1-112 (*in Russian*).
14. Kaziev M.-R.A. Grape culture in the foothills and on the Sands of Western Caspian Sea region: ecology; technology; prospects. Mahachkala: Daggosel'khozakademiya. 2009:1-288 (*in Russian*).
15. Bakhmulaeva Z.K., Magadova S.A. Physical properties of sparkling wine materials received from grapes, growing in Central and South Dagestan. *News of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2014;16(3):721-723 (*in Russian*).
16. Vlasova O.K., Magadova S.A., Bakhmulaeva Z.K. The volatile substances in wine materials depending on the processing technology and conditions of grape growing. *News of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2013;15(3-2):709-711 (*in Russian*).

Информация об авторах

Гаджи Гасайникадиевич Магомедов, мл. науч. сотр. лаборатории биохимии и биотехнологии; e-mail: magas1951@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8489-4958>;

Елена Селимовна Магомедова, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории биохимии и биотехнологии; e-mail: milena2760@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6241-563X>.

Information about authors

Gadzhi G. Magomedov, Junior Staff Scientist, Laboratory of Biochemistry and Biotechnology; e-mail: magas1951@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8489-4958>;

Elena S. Magomedova, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Biochemistry and Biotechnology; e-mail: milena2760@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6241-563X>.

Статья поступила в редакцию 04.07.2022, одобрена после рецензии 01.08.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Биологическая регламентация применения современного минерального удобрения на винограде в условиях Юго-западного Крыма

Алейникова Н.В., Диденко П.А.✉, Радионовская Я.Э., Белаш С.Ю.

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

✉pavel-liana@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по биологической регламентации применения современного минерального удобрения с микроэлементами Фолиаплант и оценки его влияния на урожайность, качественные и увологические показатели урожая столового винограда сорта Мускат янтарный, проводимых в почвенно-климатических условиях Юго-западного Крыма. Показано, что трехкратная внекорневая обработка винограда изучаемым препаратом в трех разных нормах применения (3 л/га, 4,5 л/га и 6 л/га) в фенологические фазы развития растений «начало цветения», «конец цветения» и «ягода размером с горошину» способствовала увеличению средней массы грозди на 22,2–38,0 г (11,7–20,1 %), и как следствие, повышению урожайности столового винограда на 16,5 ц/га (13,6 %), в сравнении с контролем (121,6 ц/га). Установлено, что внекорневые подкормки изучаемым минеральным удобрением, при существенном повышении урожайности виноградных растений, не привели к снижению концентрации сахаров и титруемых кислот в соке ягод винограда, при этом глюкоацидометрический показатель находился на одном уровне с контролем – 18,1–19,2 %. Анализ механического состава грозди опытных вариантов показал повышение количества ягод в среднем на 9,3 шт. (13,7 %). Определено существенное увеличение показателя строения грозди при использовании изучаемого препарата в максимальной норме применения (6 л/га) – 8,5 %. В результате проведенной органолептической оценки винограда по вкусу и аромату ягод на фоне других образцов выделялся опытный образец столового винограда сорта Мускат янтарный с нормой применения 3 л/га (7,4 балла).

Ключевые слова: столовый виноград; минеральное удобрение; внекорневые подкормки; урожайность; качество урожая.

Для цитирования: Алейникова Н.В., Диденко П.А., Радионовская Я.Э., Белаш С.Ю. Биологическая регламентация применения современного минерального удобрения на винограде в условиях Юго-западного Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):248-253. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.008.

ORIGINAL RESEARCH

Biological regulation of the use of modern mineral fertilizers on grapes in the conditions of South-Western Crimea

Aleinikova N.V., Didenko P.A.✉, Radionovskaya Ya.E., Belash S.Yu.

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

✉pavel-liana@mail.ru

Abstract. The article presents the results of studies on biological regulation of the use of modern mineral fertilizer with microelements Foliaplant and the determination of its effect on cropping capacity, qualitative and uvological indicators of the yield of 'Muscat Yantarnyi' table grape variety, carried out in the soil and climatic conditions of South-Western Crimea. It was shown that threefold foliar treatment of grapes with the studied preparation in three different application rates (3 l/ha, 4.5 l/ha and 6 l/ha) in phenological stages of plant development "beginning of flowering", "end of flowering" and "berries pea-sized" contributed to an increase in the average bunch weight by 22.2–38.0 g (11.7%–20.1%), and as a result, an increase in the cropping capacity of table grapes by 16.5 c/ha (13.6%), in comparison with the control (121.6 c/ha). It was established that foliar top dressing with the studied mineral fertilizer, with a significant increase in the yield of grape plants, did not lead to a decrease in the concentration of sugars and titratable acids in the juice of grape berries, while the glucoacidometric indicator was on the same level with the control - 18.1%–19.2%. The analysis of mechanical composition of bunches of experimental variants showed an increase in the number of berries by an average of 9.3 pcs (13.7%). A significant increase in the bunch structure indicator was determined when using the studied preparation in the maximum rate of application (6 l/ha) - 8.5%. As a result of organoleptic evaluation of grapes in terms of flavor and aroma of berries, experimental sample of table grapes of 'Muscat Yantarnyi' variety stood out against the background of other samples with an application rate of 3 l/ha (7.4 points).

Key words: table grapes; mineral fertilizer; foliar top dressing; cropping capacity; crop quality.

For citation: Aleinikova N.V., Didenko P.A., Radionovskaya Ya.E., Belash S.Yu. Biological regulation of the use of modern mineral fertilizers on grapes in the conditions of South-Western Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):248-253. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.008 (in Russian).

Введение

Виноградные растения, обладая повышенной биологической и физиологической активностью, из числа ягодных культур являются наиболее приемле-

мыми для интенсивного возделывания. На сегодняшний день применение минеральных удобрений в интенсивных технологиях выращивания многолетних насаждений направлено на увеличение продуктивности основной культуры агроценозов и улучшение качественных показателей ее урожая, а также сохранение и воспроизводство плодородия почв [1–4].

Устойчивость виноградных растений к неблагоприятным условиям произрастания связана с их обеспеченностью элементами минерального питания. В, Mn, Fe, Cu, Zn, Mo и др. повышают продуктивность и устойчивость растений к засухе, низким температурам и дисбалансу в питательной среде, улучшают качество продукции [5, 6].

Агротехническое воздействие на виноградное растение наиболее эффективно при его систематическом проведении в точно установленные сроки [7]. При этом следует отметить, что потребность виноградников в удобрении зависит от почвенно-климатических условий, места его произрастания, уровня агротехники прошлых лет, особенностей сорта, его потенциальной урожайности, силы вегетативного роста, качества планируемого урожая и т.д. Установленную таким образом потребность виноградных растений в минеральном питании следует уточнять производственной проверкой их эффективности [8–10].

Цель исследований заключалась в биологической регламентации использования современного минерального удобрения с микроэлементами Фолиаплант на винограде, определении оптимальных сроков и норм применения препарата в условиях Крыма.

Объекты и методы исследований

Полевой мелкоделяночный опыт был заложен в 2021 г. на промышленных виноградных насаждениях АО «Агрофирма «Черноморец» (с. Угловое, Бахчисарайский р-н) на участке столового сорта Мускат янтарный, расположенном в Юго-западной зоне виноградарства Крыма.

Год посадки виноградника – 2014, схема посадки – 2,5 x 1,5 м, формировка – вертикальный кордон на среднем штамбе. Культура неукрывная, орошаемая. Подвой – Берландиери x Рипариа Кобер 5ББ. Тип почвы – черноземы обыкновенные мицелярно-карбонатные предгорные. Гумусовый горизонт достигает 80–90 см. Содержание гумуса в верхних горизонтах 2,9–3,6 %. Валового азота содержится 0,21–0,30 %, гидролизуемого 5–11 мг/100 г, что свидетельствует о высокой обеспеченности подвижным азотом. Количество фосфора составляет 0,07–0,16 % (подвижного – 0,5–6 мг/100 г), валового калия в карбонатных черноземах составляет 1,1–2,6 % (подвижного – 16–43 мг/100 г). Емкость поглощения в верхних горизонтах составила 32–39 мг-экв. Профиль мицелярно-карбонатных черноземов выщелочен от водорастворимых солей на глубину 1,5–2 м и более.

Фолиаплант – многокомпонентное минеральное удобрение с микроэлементами, обладает оптимальным балансом питательных элементов, обеспечивает виноградное растение минеральным питанием в критические фазы развития. Изучаемый препарат содержит следующие макро- и микроэлементы: N (аммонийный, мочевиный, органический), P₂O₅, K₂O, SO₃,

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Experimental scheme

Вариант	Фаза развития на момент обработки (шкала ВВСН)	Норма применения	Кратность обработок
Контроль	-	-	-
Опыт 1: Фолиаплант	1. Начало цветения	3 л/га	3
	2. Конец цветения		
	3. Ягоды величиной с горошину		
Опыт 2: Фолиаплант	1. Начало цветения	4,5 л/га	3
	2. Конец цветения		
	3. Ягоды величиной с горошину		
Опыт 3: Фолиаплант	1. Начало цветения	6 л/га	3
	2. Конец цветения		
	3. Ягоды величиной с горошину		

В, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn.

Схема исследований включала в себя три опытных варианта с трехкратным применением изучаемого препарата Фолиаплант (3 л/га, 4,5 л/га и 6 л/га) и контроль (без применения минеральных удобрений, табл. 1).

Площадь опытных делянок – 40 м², учетных делянок – 20 м², применялся метод удлинённых делянок в четырехкратной повторности. Способ применения минерального удобрения – опрыскивание. Используемая аппаратура – ранцевый моторизованный опрыскиватель марки «Solo-450», производство Германия (расход рабочей жидкости – 800 л/га).

При проведении исследований использовались общепринятые методы, применяемые в виноградарстве. Постановка опыта – согласно «Руководству по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов в сельском хозяйстве» (Москва, 2018) [11]. Агробиологические учеты, определение массы урожая и его кондиций – согласно «Методическим рекомендациям по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины» (Ялта, 2004) [12]. Массовую концентрацию сахаров в соке ягод винограда определяли рефрактометром (REF 5X3). Органолептическую оценку столового винограда проводили согласно «Методические рекомендации по оценке столовых сортов винограда» (Ялта, 2012) [13]. Полученные экспериментальные данные подвергали математической обработке общепринятыми методами с использованием дисперсионного анализа «Методика полевого опыта» (Москва, 1985) [14] при помощи пакета анализа данных электронной таблицы Excel.

Результаты и их обсуждение

Метеорологические показатели вегетационного периода 2021 г. в Юго-западном Крыму были благоприятными для роста и развития виноградных растений. Проведенные наблюдения за прохождением фенологических фаз показали, что различия в наступлении, а также продолжительность между фазами развития винограда на опытных вариантах, в связи с применением исследуемого минерального удобрения не отмечено. Цветение винограда началось 14 июня и продлилось 10 дней (по 24.06). На основе полученных данных столовый сорт Мускат янтарный по продолжительности вегетационного периода (от начала рас-

пускания почек до промышленной зрелости) относится к очень раннему сроку созревания (105–115 дня). Устойчивый переход среднесуточной температуры через 10 °С установлен 18 апреля. Сумма активных температур во время продукционного периода составила 2803,5 °С (апрель-август).

Для проведения исследований был подобран промышленный участок столового винограда с равными по продуктивности растениями. Нагрузка кустов гроздьями на опытном варианте и контроле зафиксирована на одном уровне – 25–25,2 шт., следовательно, возможная прибавка урожая зависела только от средней массы грозди винограда.

Проведенный сбор урожая показал, что при трехкратном применении минерального удобрения с микроэлементами Фолиаплант во всех изучаемых нормах расхода получена существенная прибавка урожая столового винограда сорта Мускат янтарный (табл. 2).

Анализируя полученные экспериментальные данные (табл. 2), следует отметить, что прибавка в урожайности столового винограда (11,4–22,8 ц/га) на фоне применения минерального удобрения Фолиаплант зависела от величины показателя «средняя масса грозди», по которому опытные варианты превосходили контроль на 22,2–38 г при НСР₀₅=11,3 (табл. 2). Максимальная прибавка в урожайности получена в опытном варианте с нормой расхода агрохимиката 4,5 л/га – 22,8 ц/га (18,8 %).

По качественным показателям – концентрации сахаров и титруемых кислот в соке ягод винограда – урожай контрольного варианта в момент сбора находился на одном уровне с опытными вариантами 186–191 г/дм³ и 6,7–7,1 г/дм³ соответственно (табл. 3).

При расчете глюкоацидометрического показателя (ГАП) – величины, позволяющей оценить соотношение сахаров и кислот в соке ягод винограда, обуславливающей гармоничность вкуса, которая приоритетна для столовых сортов винограда, установлено, что применение изучаемого удобрения не оказало существенного влияния на данный показатель, его значения находились на одном уровне с контролем – 18,1–19,2 % (табл. 3).

Проведенный анализ механического состава гроздей винограда на фоне трехкратного применения минерального удобрения Фолиаплант показал, что наблюдаемое в опытных вариантах достоверное повышение массы грозди произошло вследствие увеличения показателей «масса 100 ягод» и «число

Таблица 2. Влияние минерального удобрения Фолиаплант на количественные показатели урожая винограда (АО «Агрофирма «Черноморец», сорт Мускат янтарный, 2021 г.)

Table 2. The effect of mineral fertilizer Foliaplant on quantitative indicators of grape yield (JSC Agrofirma Chernomorets, 'Muscat Yantarny' variety, 2021)

Вариант	Средняя масса грозди, г	Количество гроздей, шт./куст	Урожай, кг/куст	Урожайность*, ц/га
Контроль	189,3	25,1	4,8	121,6
Опыт 1: Фолиаплант	215,5	25,0	5,4	136,8
Опыт 2: Фолиаплант	227,3	25,2	5,7	144,4
Опыт 3: Фолиаплант	211,5	25,1	5,3	133,0
НСР ₀₅	11,3	1,1	0,4	-

Примечание. * – количество кустов в пересчете на 1 га с учетом изреженности 5 % – 2533 шт./га.

Таблица 3. Влияние минерального удобрения Фолиаплант на качественные показатели урожая винограда (АО «Агрофирма «Черноморец», сорт Мускат янтарный, 2021 г.)

Table 3. The effect of mineral fertilizer Foliaplant on qualitative indicators of grape yield (JSC Agrofirma Chernomorets, 'Muscat Yantarny' variety, 2021)

Вариант	Массовая концентрация в соке ягод винограда, г/дм ³		Глюкоацидометрический показатель
	сахаров	титруемых кислот	
Контроль	182	10,1	18,0
Опыт 1: Фолиаплант	181	10,0	18,1
Опыт 2: Фолиаплант	183	9,9	18,5
Опыт 3: Фолиаплант	186	9,7	19,2
НСР ₀₅	4,5	0,5	-

ягод в грозди»: опыт 1 (Фолиаплант – 3 л/га) – на 8,4 г (2,7 %) и 8 шт., опыт 2 (Фолиаплант – 4,5 л/га) – на 14,8 г (4,7 %) и 4 шт., опыт 3 (Фолиаплант – 6 л/га) – на 11,9 г (3,8 %) и 16 шт. в сравнении с контролем (312,8 г и 68 шт., табл. 4).

По показателю «горошение» ягод в грозди винограда положительно выделялись в сравнении с остальными вариантами опыт 1 (3,8 %) и опыт 2 (4,6 %). Наибольший процент «горошение» ягод (рис.) отмечен в контроле – 12,3 %.

Один из показательных критериев оценки влияния минеральных удобрений на продуктивность виноградного растения – величина ягодного показателя (число ягод на 100 г грозди), где положительной тенденцией является его снижение относительно контроля. Математически доказано, что ягодный показатель по всем опытным вариантам с использованием исследуемого препарата остался на уровне контроля – 31,7–39,7 %. Показатель строения грозди винограда в Опыте 3 увеличился на 8,5 % в сравнении с контролем, что указывает на повышение процента ягод в гроздях за счет внекорневых обработок изучаемым препаратом (табл. 4).

Проведение дегустационной оценки столового сорта винограда Мускат янтарный проводилось по

10-балльной шкале: 1) внешний вид (нарядность); 2) вкус и аромат ягод; 3) свойства кожицы и мякоти. Полученные данные представлены в табл. 5.

В результате проведенной органолептической оценки винограда по гармоничности вкуса и аромату ягод на фоне других образцов выделялись два опытных варианта с нормами применения удобрения 3 л/га (опыт 1 – 7,4 балла) и 6 л/га (опыт 3 – 7,1 балла).

Выводы

Исследования по биологической регламентации применения минерального удобрения Фолиаплант на виноградных насаждениях столового сорта Мускат янтарный Юго-западной зоны виноградарства Крыма проводились в 2021 году. В ходе изучения определялось влияние препарата на количественные, увологические и качественные показатели урожая винограда.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

– трехкратное применение удобрения Фолиаплант во всех изучаемых нормах расхода позволило

Таблица 4. Влияние минерального удобрения Фолиаплант на механический состав грозди винограда (АО «Агрофирма «Черноморец», сорт Мускат янтарный, 2021 г.)

Table 4. The effect of mineral fertilizer Foliaplant on mechanical composition of grape bunch (JSC Agrofirma Chernomoretz, 'Muscat Yantarnyi' variety, 2021)

Показатель строения грозди	Вариант				НСР ₀₅
	Контроль	Опыт 1: Фолиаплант	Опыт 2: Фолиаплант	Опыт 3: Фолиаплант	
Масса грозди, г	189,3	215,5	227,3	211,5	11,3
Число ягод в грозди, шт.	68	76	72	84	4,2
Масса ягод, г	184,1	211,7	221,7	206,8	11,2
Масса 100 ягод, г	312,8	321,2	327,6	324,7	16,7
Масса гребня, г	5,2	5,9	5,6	4,7	0,3
% горошения ягод	12,3	3,8	4,6	8,3	-
% ягод	97,3	97,3	97,5	97,8	-
% гребня	2,7	2,7	2,5	2,2	-
Ягодный показатель	35,9	35,3	31,7	39,7	-
Показатель строения, %	36,0	36,0	39,0	44,5	-

получить хороший (5,3–5,7 кг/куст) кондиционный (181–186 г/дм³) урожай винограда, который в среднем по вариантам опыта на 16,5 ц/га или 13,6 % превышал контроль (121,6 ц/га), за счет существенного



Контроль



Опыт 2

Рис. Влияние внекорневых обработок минеральным удобрением Фолиаплант на гроздь винограда: контроль (без применения минерального питания); опыт 2 (трехкратное применение удобрения Фолиаплант – 4,5 л/га)

Fig. The effect of foliar treatments with mineral fertilizer Foliaplant on grape bunch: control (without the use of mineral nutrition); experiment 2 (threefold application of fertilizer Foliaplant - 4.5 l/ha)

увеличения показателя средней массы грозди (на 28,7 г);

– механический анализ гроздей показал, что в опытных вариантах с применением удобрения Фолиаплант во всех исследуемых нормах увеличились показатели «масса 100 ягод» и «число ягод в грозди» в среднем на 11,8 г и 9,3 шт. соответственно. Отмечено повышение показателя строения грозди в опытном варианте при использовании изучаемого препарата в максимальной норме применения на 8,5 %;

– применение удобрения Фолиаплант способствовало достоверному снижению процента «горошения» ягод в гроздях столового винограда в среднем на 6,7 % в сравнении с контролем (12,3 %). Наименьший процент «горошения» отмечен в опытном варианте с нормой применения 3 л/га – 3,8 %.

– органолептическая оценка винограда показала, что все образцы представленного столового винограда получили высокие оценки – 6,5–7,4 баллов. По вкусу и аромату ягод (гармоничности и типичности) выделялся опытный образец столового винограда Мускат янтарный с нормой применения удобрения 3 л/га (7,4 балла).

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках договора НИР с ООО «ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР» № 37-И/132/2021 от 01.07.2021 г.

Financing source

The research was conducted under the agreement with LLC INNOVATION CENTER No. 37-I/132/2021 dd 01/07/2021.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Диденко П.А., Галкина Е.С., Зарипова К.Ф., Шапоренко В.Н., Андреев В.В. Результаты использования минеральных удобрений нового поколения на виноградниках Крыма в стрессовых погодных условиях // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(2):147-152. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.007.
2. Петров В.С., Красильников А.А., Руссо Д.Э. Изменение ростовых процессов, продуктивности винограда и качества продукции под влиянием различных режимов минерального питания // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015;34(04):64-71.
3. Cherviak S.N., Anikina N.S., Ermikhina M.V., Aleinikova N.V., Didenko P.A. Evaluation of the effect of micronutrient fertilizers based on chelates on grape and wine quality characteristics. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;699:012024. DOI 10.1088/1755-1315/699/1/012024.
4. Gao L.X., Wang R., Li L., Sun Q. Effects of medium and micro nutrients supplement on the quality of the grapevine

Таблица 5. Органолептическая оценка столового винограда при использовании минерального удобрения Фолиаплант (АО «Агрофирма «Черноморец», сорт Мускат янтарный, 2021 г.)

Table 5. Organoleptic evaluation of table grapes when using mineral fertilizer Foliaplant (JSC Agrofirma Chernomorets, 'Muscat Yantarnyi' variety, 2021)

Вариант	Органолептическая оценка	Средний балл
Контроль	Типичная для сорта гроздь, с мускатным ароматом. Наблюдается горошение ягод. Вкус гармоничный. Кожица не вызывает неприятных ощущений.	6,5
Опыт 1: Фолиаплант	Грозди однобокие. Ягоды разной величины. Вкус гармоничный. Мякоть мясистая. Кожица разрывается легко.	7,4
Опыт 2: Фолиаплант	Очень рыхлая гроздь, наблюдается горошение ягод. Вкус приятный, простой, вполне удовлетворительный. Семена хорошо отделяются от мякоти.	6,8
Опыт 3: Фолиаплант	Гроздь излишне плотная, встречаются деформированные ягоды. Окраска ягод зеленовато-янтарного цвета. Вкус гармоничный. Кожица разрывается.	7,1

and wine. Jiangsu Academy of Agricultural Sciences. 2018;46(13):131-134.

5. Batukaev A.A., Levchenko S.V., Ostroukhova E.V., Boyko V.A., Peskova I.V. Probegolova P.A., Belash D. Yu., Lutkova N. Yu. The effect of foliar fertilizing on ecological optimization of the application of fungicides on the productivity and phenolic complex composition of grapes. BIO Web of Conferences. 2019;15:01012. DOI 10.1051/bioconf/20191501012.
6. Бейбулатов М.Р., Бойко В.А. Роль минерального питания в формировании качества столового винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2014;3:16-17.
7. Радчевский П.П., Барчукова А.Я., Тосунов Я.К., Прах А.В., Грюнер М.А. Влияние некорневой подкормки винограда органоминеральным удобрением «Реновация марки Защита» на урожай и его качество // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022;74(2):144-158. DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-144-158.
8. Руссо Д.Э., Красильников А.А. Микроудобрения и продуктивность винограда в нестабильных условиях возделывания // Вестник АПК Ставрополя. 2014;4(16):163-167.
9. Tangolar S., Tangolar S., Torun A.A., Tarım G., Ada M., Aydın O., Kaçmaz S. The effect of microbial fertilizer applications on grape yield, quality and mineral nutrition of some early table grape varieties. Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences. 2019;33(2):62-66. DOI 10.15316/SJAFS.2019.157.
10. Frost S., Lerno L., Zweigenbaum J., Heymann H., Ebeler S. Characterization of Red Wine Proanthocyanidins Using a Putative Proanthocyanidin Database, Amide Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography (HILIC), and Time-of-Flight Mass Spectrometry. Molecules. 2018;23(10):2687. DOI 10.3390/molecules23102687.
11. Сычев В.Г., Шаповал О.А., Можарова И.П., Вережкина Т.М., Мухина М.Т., Коршунов А.А., Пономарева А.С., Вознесенская Т.Ю., Вережкин Е.Л. Руководство по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов в сельском хозяйстве: производственно-практическое издание. М.: ООО «Плодородие». 2018:1-248.
12. Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины / под ред. А.М. Авидзба. Ялта: ИВиВ «Магарач». 2004:1-264.
13. Модонкаева А.Э., Бойко В.А., Аппазова Н.Н., Верик Г.Н., Левченко С.В. Методические рекомендации по оценке столовых сортов винограда. Ялта: НИВиВ «Магарач». 2012:1-62.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Урожай. 1985:1-336.

References

1. Didenko P.A., Galkina Ye.S., Zaripova C.F., Shaporenko V.N., Andreiev V.V. The results of using mineral fertilizers of new generation in the vineyards of Crimea in stress weather conditions. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021;23(2):147-152. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.007 (in Russian).
2. Petrov V.S., Krasilnikov A.A., Russo D.E. Change of growth processes, grapes productivity and quality of production under the influence of various regimes of mineral nutrition. *Fruit growing and viticulture in the South of Russia*. 2015;34(04):64-71 (in Russian).
3. Cherviak S.N., Anikina N.S., Ermikhina M.V., Aleinikova N.V., Didenko P.A. Evaluation of the effect of micronutrient fertilizers based on chelates on grape and wine quality characteristics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;699:012024. DOI 10.1088/1755-1315/699/1/012024.
4. Gao L.X., Wang R., Li L., Sun Q. Effects of medium and micro nutrients supplement on the quality of the grapevine and wine. *Jiangsu Academy of Agricultural Sciences*. 2018;46(13):131-134.
5. Batukaev A.A., Levchenko S.V., Ostroukhova E.V., Boyko V.A., Peskova I.V. Probeygolova P.A., Belash D. Yu., Lutkova N. Yu. The effect of foliar fertilizing on ecological optimization of the application of fungicides on the productivity and phenolic complex composition of grapes. *BIO Web of Conferences*. 2019;15:01012. DOI 10.1051/bioconf/20191501012.
6. Beibulatov M.R., Boyko V.A. The role of mineral nutrition in the formation of quality of table grapes. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2014;3:16-17 (in Russian).
7. Radchevsky P.P., Barchukova A.Y., Tosunov Y.K., Prakh A.V. Gruner M. A. Effect of foliar dressing of grapes with organomineral fertilizer «Renovation of the Protection Brand» on the yield and its quality. *Fruit growing and viticulture in the South of Russia*. 2022;74(2):144-158. DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-144-158 (in Russian).
8. Russo D.E., Krasilnikov A.A. Microfertilizers and productivity of grapes in the unstable conditions of cultivation. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2014;4(16):163-167 (in Russian).
9. Tangolar S., Tangolar S., Torun A.A., Tarım G., Ada M., Aydın O., Kaçmaz S. The effect of microbial fertilizer applications on grape yield, quality and mineral nutrition of some early table grape varieties. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*. 2019;33(2):62-66. DOI 10.15316/SJAFS.2019.157.
10. Frost S., Lerno L., Zweigenbaum J., Heymann H., Ebeler S. Characterization of Red Wine Proanthocyanidins Using a Putative Proanthocyanidin Database, Amide Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography (HILIC), and Time-of-Flight Mass Spectrometry. *Molecules*. 2018;23(10):2687. DOI 10.3390/molecules23102687.
11. Sychev V.G., Shapoval O.A., Mozharova I.P., Verevkin T.M., Mukhina M.T., Korshunov A.A., Ponomareva A.S., Voznesenskaya T.Yu., Verevkin E.L. Guidelines for conducting registration tests of agrochemicals in agriculture: production and practical edition. M.: LLC Plodorodiyе. 2018:1-248 (in Russian).
12. Methodical recommendations for agronomic research in viticulture of Ukraine. Under the editorship of A.M. Avidzba. Yalta. IV&W Magarach. 2004:1-264 (in Russian).
13. Modonkaeva A.E., Boyko V.A., Appazova N.N., Verik G.N., Levchenko S.V. Methodological recommendations for the assessment of table grape varieties. Yalta: NIV&W Magarach. 2012:1-62 (in Russian).
14. Dospikhov B.A. Methodology of field experiment. M.: Urozhai. 1985:1-336 (in Russian).

Информация об авторах

Наталья Васильевна Алейникова, д-р с.-х. наук, зам. директора по научной работе, гл. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-mail: aleynikova@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1167-6076>;

Павел Александрович Диденко, канд. с.-х. наук, науч. сотр., зав. лабораторией защиты растений; e-mail: pavel-liana@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6170-2119>;

Яна Эдуардовна Радиононская, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-mail: vovkayalta@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9124-8436>;

Сергей Юрьевич Блещ, мл. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-mail: asp@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7422-6588>.

Information about authors

Natalia V. Aleinikova, Dr. Agric. Sci., Deputy Director for Science, Chief Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection; e-mail: aleynikova@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1167-6076>;

Pavel A. Didenko, Cand. Agric. Sci., Staff Scientist, Head of the Laboratory of Plant Protection; e-mail: pavel-liana@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6170-2119>;

Yana E. Radionovskaya, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection; e-mail: vovkayalta@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9124-8436>;

Sergey Yu. Belash, Junior Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection ; e-mail: asp@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7422-6588>.

Статья поступила в редакцию 29.04.2022, одобрена после рецензии 08.08.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Подбор элементов адаптивного садоводства в зависимости от климатического потенциала территории

Потанин Д.В.^{1✉}, Иванова М.И.²

¹Агротехнологическая академия Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Россия, 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное

²Центр агрохимической службы «Крымский», Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 75/1

✉potanin.07@mail.ru

Аннотация. Для разработки адаптивных систем технологии выращивания плодовых, ягодных культур и винограда необходимо провести учет основных климатических факторов, способных оказывать влияние на продуктивность насаждений. При этом важным является проведение сравнительного анализа известных параметров с экологическими требованиями каждой культуры, а также поиск сортов, в большей степени приспособленных к условиям выращивания в каждой конкретной местности. Цель исследований – разработать методологические подходы выбора технологии выращивания основных плодовых, ягодных культур и винограда с учетом адаптивного садоводства в условиях Крыма и г.о. Севастополь. Методы исследования: сравнительный анализ экологических требований культур и климатических условий территории, подбор элементов технологий выращивания, способных нивелировать неблагоприятные факторы окружающей среды, синтез их в общую систему адаптивной агротехнологии производства плодовой, ягодной продукции и винограда. На основе разработанной базы данных климатических факторов Республики Крым и г.о. Севастополь (22 метеостанции) подобраны критерии соответствия с требованиями каждой культуры и их отдельных групп сортов. Осуществлено разграничение между возможностями регулирования потребностей культуры за счет сортовой пластичности к внешним абиотическим факторам и возможностью применения отдельных агротехнических мероприятий, влияющих на улучшение (адаптацию) условий окружающей среды для максимальной реализации биологического потенциала продуктивности насаждений. Разработан методологический подход выбора технологии выращивания основных плодовых, ягодных культур и винограда с учетом внедрения элементов адаптивного садоводства. Для оптимального выбора технологии следует учитывать все возможные сценарии агротехнологии. Это позволит в дальнейшем достичь высокой стабильной продуктивности насаждений. Механизм составления сценариев адаптивного садоводства для производственного цикла выращивания культур может использоваться при дальнейшей автоматизации подбора технологии выращивания.

Ключевые слова: пловодство; виноградарство; технология; адаптивное садоводство; сорт; климат; алгоритм; продуктивность; эффективность производства.

Для цитирования: Потанин Д.В., Иванова М.И. Подбор элементов адаптивного садоводства в зависимости от климатического потенциала территории // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):254-262. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.009.

Selection of adaptive gardening elements depending on the climatic potential of the territory

Potanin D.V.^{1✉}, Ivanova M.I.²

¹Agrotechnological Academy of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “V.I. Vernadsky Crimean Federal University”, Agrarmoye village, 295492 Simferopol, Republic of Crimea, Russia

²Center of Agrochemical Service Krymskiy, 75/1 Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, Russia

✉potanin.07@mail.ru

Abstract. In order to develop adaptive technology systems for growing fruit, berry crops and grapes, it is necessary to take into account the main climatic factors that can affect the productivity of plantings. At the same time, it is important to conduct a comparative analysis of the parameters known with the environmental requirements of each crop, as well as to search for varieties, more adapted to the growing conditions in each specific area. The purpose of the research is to develop methodological approaches for choosing the technology of growing basic fruit, berry crops and grapes, taking into account adaptive gardening in the conditions of Crimea and Sevastopol. Research methods: comparative analysis of ecological requirements of crops and climatic conditions of the territory, selection of cultivation technology elements, capable of leveling unfavorable environmental factors, their synthesis into a common system of adaptive agricultural technology for the production of fruit, berry and grape products. Based on the developed database of climatic factors of the Republic of Crimea and the city of Sevastopol (22 weather stations), the criteria of compliance with the requirements of each crop and their individual groups of varieties were selected. A distinction has been made between the possibilities of regulating the needs of culture due to varietal plasticity to external abiotic factors and the possibility of applying certain agrotechnical measures affecting the improvement (adaptation) of environmental conditions for the maximum realization of biological potential of planting productivity. A methodological approach for choosing the technology of growing basic fruit and berry crops and grapes was developed, taking into account the introduction of adaptive gardening elements. For the optimal selection of technique, all possible scenarios of agricultural technology should be taken into account. This will allow achieving high stable productivity of plantings in the future. The mechanism of creating scenarios of adaptive gardening for production cycle of growing crops can be used for further automation to select the cultivation technology.

Key words: fruit growing; viticulture; technology; adaptive gardening; variety; climate; algorithm; productivity; production efficiency.

For citation: Potanin D.V., Ivanova M.I. Selection of adaptive gardening elements depending on the climatic potential of the territory. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):254-262. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.009 (in Russian).

Введение

Современное сельское хозяйство развивается по нескольким направлениям, обеспечивая население своей продукцией для потребления. При этом одними из главных факторов, имеющих большое значение, являются объем и качество производимой продукции. Объем производства продукции сельского хозяйства, в свою очередь, зависит от площадей, занимаемых самой культурой, а также продуктивностью каждой единицы площади. Существует показатель – биологический потенциал продуктивности, который теоретически можно достичь, создав для растения максимально оптимальные условия, чтоб оно в полной мере смогло произвести хозяйственно ценный урожай. Так, известно, что биологический потенциал продуктивности у яблони, к примеру, достигает урожайности 400 т/га [1]. Биологический потенциал продуктивности реализуется в условиях наибольшего благоприятствования развитию растений, при которых на культуру не оказывают влияние стресс-факторы, а также нет ограничений по обеспеченности показателей, стимулирующих репродукционные способности насаждений. Эти условия, как правило, могут в полной мере реализовываться в тех зонах, в которых появился сам вид растений, поскольку они в полной мере соответствуют экологической нише культуры [2, 3]. Выращивание отдельной культуры не ограничено лишь той зоной, где она произошла, а в ходе распространения интродуцируется в другие условия, которые могут значительно отличаться по почвенным и климатическим условиям от экологической ниши, в которой она произошла и окультурировалась. Создание благоприятных условий выращивания культурных растений для максимальной реализации биологического потенциала продуктивности плодоношения – задача современного направления сельского хозяйства, которое называется адаптивным [4–6].

В большинстве случаев современное сельское хозяйство, и садоводство в особенности, ориентируется на применение принципов, построенных на основе Закона ограничивающих факторов [7]. Однако учитывая в соответствии с этим природным законом только факторы, показывающие свое минимальное значение, и не учитывая взаимодействие самих факторов между собой, невозможно осуществить качественный прорыв в реализации биологического потенциала продуктивности насаждений. Это реализуемо при учете не только ограничивающих факторов, но и при учете избыточного влияния положительных факторов, а также их совместного, комплексного взаимодействия (Закон экологического оптимума В. Шелфорда) [8].

Адаптивное сельское хозяйство направленно именно на поиск условий, характерных для территории выращивания, а также подбор культур и сортов, дающих благоприятный отклик на объективно сложившиеся факторы окружающей среды, позволяющие получать гарантировано качественную товарную продукцию, а, следовательно, и обеспечивающую эффективность производства [9, 10]. Особенно важ-

ным является такой подход во время глобального изменения климата [11]. При этом, в первую очередь, необходимо руководствоваться целесообразностью выбора элементов технологии выращивания, их эффективностью в сравнении с общепринятыми методами, влиянием на уровни продуктивности территории, стабильностью получения ежегодных урожаев, а также экономическими показателями производства в сравнении с подобной продукцией. Для садоводства и виноградарства эта проблема является более актуальной, если сравнивать с другими подотраслями сельского хозяйства. Это связано с тем, что большинство плодовых, ягодных культур и виноград являются многолетними растениями и подвержены влиянию большего спектра абиотических и биотических факторов, способных негативно влиять на продуктивность насаждений.

Поэтому необходимо разработать такие методы подбора технологий выращивания, включая и правильный подбор культур и сортов, обеспечивающих наибольшую эффективность производства.

Цель исследований – разработать методологические подходы выбора технологии выращивания основных плодовых, ягодных культур и винограда с учетом адаптивного садоводства в условиях Крыма и г.о. Севастополь.

Материалы и методы исследования

Методы исследования: сравнительный анализ экологических требований культур и климатических условий территории, подбор элементов технологий выращивания, способных нивелировать неблагоприятные факторы окружающей среды, синтез их в общую систему адаптивной агротехнологии производства плодовой, ягодной продукции и винограда.

Для подбора элементов адаптивного садоводства применялся анализ экологических требований культур к окружающей среде по каждому из отдельных факторов. При выполнении этой задачи была создана база данных климатических факторов по 22 метеостанциям Республики Крым и г.о. Севастополь, в котором отображены все важные для развития агроклиматические данные и проводился автоматический анализ колебаний параметров за весь период исследований, начиная с 2005 по 2021 гг.

Результаты и их обсуждение

Каждая культура предъявляет требования к окружающей среде, в которой может выращиваться [12]. Чем более благоприятные условия, тем больше возможностей культуры для достижения высокой и стабильной продуктивности. При этом уже известны параметры, которые позволяют эффективно выращивать все сельскохозяйственные растения, к ним в первую очередь относятся – продолжительность теплового периода, суммы активных температур, требования к влажностному режиму (относительная влажность воздуха и водопотребление культуры) [13–15]. Для многолетних культур, которыми являются плодовые, большинство ягодных и виноград, также необходимо учитывать и условия перезимовки



Рис. 1. Базовая технология выращивания плодовых культур
Fig. 1. Basic technology for growing fruit crops

– минимальные температуры в зимний период, продолжительность холодного периода и вероятность повреждения генеративных органов возвратными заморозками [16–18]. При этом внутри каждой культуры существуют сорта, обладающие в той или иной степени пластичностью приспособления к неблагоприятным условиям окружающей среды, что позволяет при правильном их подборе увеличить ареал распространения самой культуры, а также обеспечить большую стабильность продуктивности насаждений [19, 20].

Зная параметры территории выращивания, а также экологические требования культур или их отдельных сортов, простой сравнительный анализ уже на первом этапе может применяться по определению целесообразности размещения насаждений в данной местности. При этом лучшим подходом является проведение работ по моделированию климатических условий с использованием статистических методов исследований, которые позволяют определить колебания параметров каждого из факторов, влияющих на нормальное развитие растений [21–23]. Подобная работа позволяет не только подобрать сорта, наиболее приспособленные к климату зоны выращивания, но также и разработать ряд агротехнических мероприятий, способных корректировать отдельные ожидаемые неблагоприятные погодные факторы, что и составляет в целом технологию выращивания культур на основе адаптивного подхода производственного цикла [24–26].

Такой подход может накладываться на технологические подходы производственного цикла, который является обязательным и может корректироваться лишь в зависимости от ресурсообеспеченности самого предприятия и его возможностей. Для плодовых культур это – система обработки почвы в рядах и междурядьях, уход за кроной дерева или формой куста, выбор системы защиты растений, а также сте-

пень механизации и автоматизации уборочной кампании (рис. 1).

Естественно, в зависимости от интенсивности технологии выращивания, в условиях привитой культуры плодовых растений и винограда, применяются и подвойные формы или сорта, которые позволяют ограничивать силу роста растений, однако, они в большей степени взаимодействуют и с почвенными условиями, что уже требует адаптивного подхода к их выбору. Так, виноград в привитой культуре требует подбора, в первую очередь, подвойного сорта по его устойчивости к уровню активных карбонатов и солей в почве, а для плодовых культур в северной зоне выращивания – морозостойкости корневой системы и способности выдерживать различные уровни грунтовых вод, а также некоторых соединений, токсичных для корней растений. При этом систематизируя подходы адаптивности в садоводстве и виноградарстве можно учесть взаимодействие сортовых агротехнических мероприятий, которое позволит свести к минимуму неблагоприятное воздействие абиотических факторов (рис. 2).

Подбором сортов привоев и подвоев возможно в полной или частичной мере снизить неблагоприятное влияние дефицита или избытка таких факторов, как:

- минимальная температура воздуха зимой (за счет подбора морозостойких сортов);
- недостаток сумм активных температур (при подборе сортов с коротким вегетационным циклом развития);
- избыток сумм активных температур (с учетом подбора сортов южного происхождения, приспособленных к продолжительному тепловому периоду);
- дефицит или избыток относительной влажности воздуха (подбор сортов, выдерживающих переувлажнение или воздушную засуху);
- возвратные заморозки (в частичной мере), с учетом выбора сортов, поздно начинающих вегетацион-

На растения влияют абиотические факторы, которые снижают продуктивность насаждений и требуют корректировки технологии выращивания многолетних насаждений

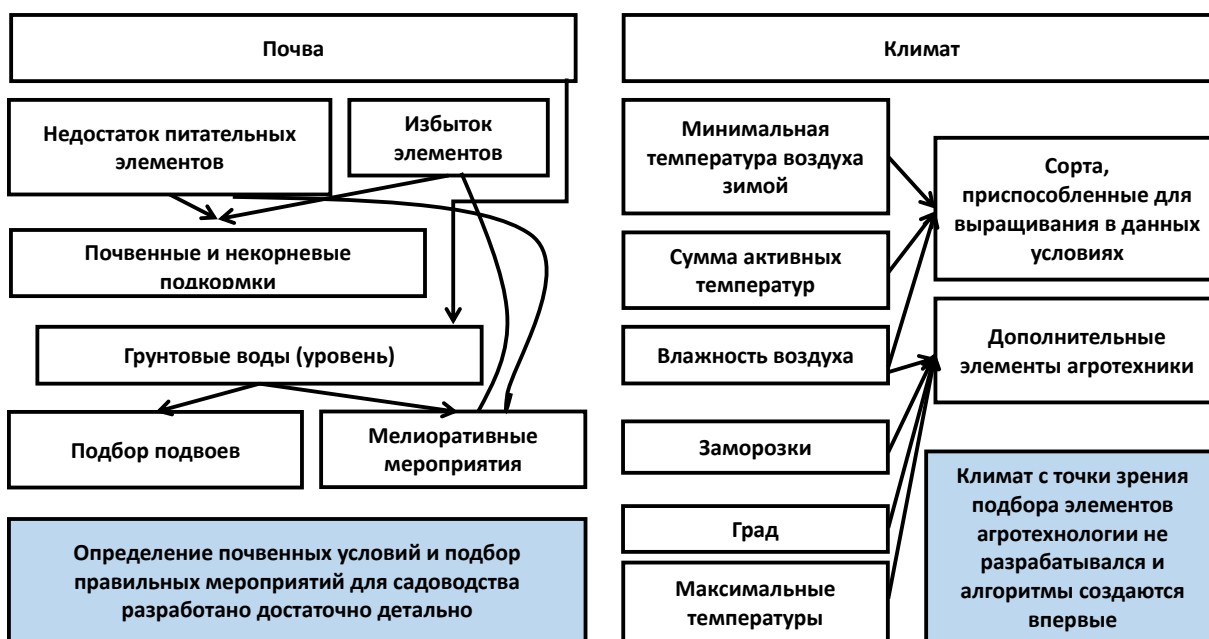


Рис. 2. Адаптация технологии выращивания плодовых культур в зависимости от почвенно-климатических условий территории

Fig. 2. Adaptation of technology for growing fruit crops depending on soil and climatic conditions of the territory

ный период, или имеющих высокую экстремальную устойчивость к временному понижению температур без повреждения генеративных органов;

- избыток или дефицит элементов питания в почве (частично, за счет правильного выбора подвойных форм растений).

С другой стороны, агротехническими мероприятиями можно нивелировать такие стресс-факторы, как:

- недостаток элементов питания (с применением удобрений или подкормок растений);

- неблагоприятное воздействие солей хлор-, карбонат-, гидрокарбонатсодержащих или других токсических соединений при использовании методов химической мелиорации или выборе правильных соединений балластной составляющей удобрений (физиологически кислые или щелочные удобрения для почвы);

- высокий уровень грунтовых вод (за счет проведения гидромелиоративных мероприятий по водоотведению);

- дефицит влаги в почве и высоких температур воздуха (с использованием различных, доступных для производства методов орошения);

- защита от заморозков (с применением методов борьбы с различными типами заморозков, в том числе мелкодисперсное дождевание или прямой нагрев воздуха), в случаях, когда экстремально низкие температуры опускаются ниже уровней устойчивости генеративных органов растений в каждую конкретную фазу их развития;

- защита насаждений от града (с применением барьерных методов монтажа градозащитных сеток).

Используя данные климата по каждому отдель-

ному параметру, можно провести сравнительный анализ и выделить пригодность территории к выращиванию той или иной культуры, а также ограничения, связанные с данным параметром. Так, изучая суммы температур выше 10°C (рис. 3) на примере метеостанции в с. Клепинино Красногвардейского района Республики Крым (табл.) можно определить, что в целом территория района по теплообеспеченности подходит для выращивания подавляющего большинства культур.

При этом ограничения существуют по недостатку сумм температур для винограда сортов очень позднего срока созревания, груши сортов зимнего и позднезимнего сроков созревания, а также яблони позднезимнего срока созревания. При подборе сортов большинства плодовых и ягодных культур умеренного климатического пояса необходимо руководствоваться подбором по происхождению и пригодности для выращивания в жарком климате (сорта южного происхождения). В противном случае, могут наблюдаться отклонения в нормальности прохождения вегетационного цикла, что негативно скажется на продуктивности насаждений и товарности продукции.

Подобная систематизация климатических данных должна проводиться и по другим параметрам. К примеру, на основе принципов сравнения для отдельных групп сортов могут определяться вероятности их повреждения по морозостойкости с различной долей вероятности (рис. 4).

При этом следует учитывать, что оптимальным для гарантированного производства с учетом бизнес-рисков, считается вероятность повреждения не более 20%. На рис. 4 представлена карта вероятности повреждения неморозостойких сортов сливы, у которых

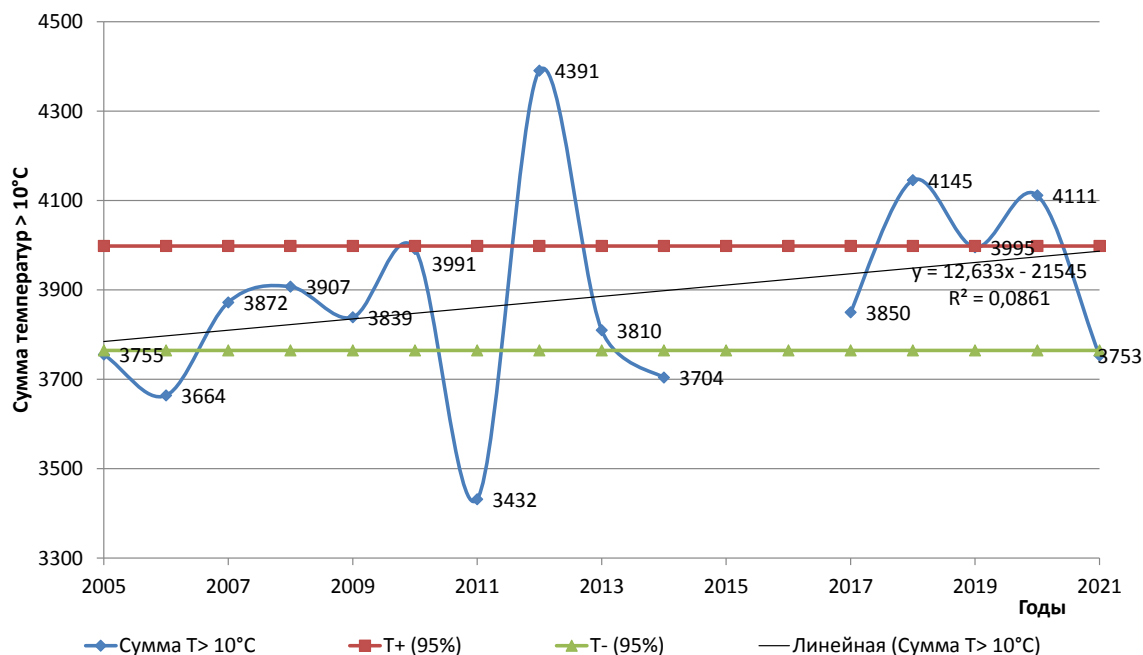


Рис. 3. Сумма температур выше 10°C на метеостанции с. Клепинино, (WMO_ID=33939) в период с 2005 по 2021 гг. с расчетными критериями колебаний на уровне 95% вероятности

Fig. 3. The sum of temperatures above 10°C at weather station in Klepinino village, (WMO_ID=33939) from 2005 to 2021 with calculated deviation criteria at the level of 95% probability

Таблица. Сравнительный анализ между теплообеспеченностью территории Красногвардейского района (метеостанция в с. Клепинино, WMO_ID=33939) и потребностью плодовых, ягодных культур и винограда

Table. Comparative analysis between heat supply of Krasnogvardeiskiy district territory (weather station in Klepinino village, WMO_ID=33939) and the demand for fruit, berry crops and grapes

Культура	Группа сортов по требованию к теплообеспеченности	Сумма температур выше 10°C		Пояснение
		минимально допустимое значение	максимально допустимое значение	
1	2	3	4	5
Абрикос		2600	3500	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
Алыча		3000	4000	Теплообеспеченность нормальная. Пригодно для выращивания культуры.
Виноград	очень раннего срока созревания	2400	4900	Теплообеспеченность нормальная. Пригодно для выращивания культуры.
	раннего срока созревания	2600	4900	Теплообеспеченность нормальная. Пригодно для выращивания культуры.
	среднераннего срока созревания	3000	4900	Теплообеспеченность нормальная. Пригодно для выращивания культуры.
	среднего срока созревания	3200	4900	Теплообеспеченность нормальная. Пригодно для выращивания культуры.
	среднепозднего срока созревания	3400	4900	Теплообеспеченность нормальная. Пригодно для выращивания культуры.
	позднего срока созревания	3700	4900	Теплообеспеченность нормальная. Пригодно для выращивания культуры.
	очень позднего срока созревания	4200	4900	Выращивание культуры нецелесообразно, поскольку суммы температуры недостаточно для прохождения цикла.
Вишня войлочная		2200	2900	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
Кизил		2500	3700	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
	азиатские сорта	3000	4500	Теплообеспеченность нормальная. Пригодно для выращивания культуры.

Окончание таблицы
End of Table

1	2	3	4	5
Крыжовник		1300	2100	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
Миндаль		3300	4300	Теплообеспеченность нормальная. Пригодно для выращивания культуры.
Облепиха		1900	2800	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
Орех грецкий		2000	3200	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
Персик		2800	4000	Теплообеспеченность нормальная. Пригодно для выращивания культуры.
Слива		2100	3300	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
Смородина красная		1300	2500	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
	южного происхождения	1300	3000	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
Смородина черная		1300	2100	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
	южного происхождения	1300	2600	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
Черешня		2300	3300	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
Яблоня	летнего срока созревания	1800	3200	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
	осеннего срока созревания	2200	3400	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
	зимнего срока созревания	2400	3500	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
	позднезимнего срока созревания	3800	4000	В отдельные годы цикл выращивания может нарушаться из-за дефицита теплообеспеченности. Рискованное выращивание.
Груша	летнего срока созревания	2200	3400	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
	осеннего срока созревания	2400	3500	Избыток теплообеспеченности. Рекомендуется использование сортов южного происхождения или жаростойких.
	зимнего срока созревания	3800	4000	В отдельные годы цикл выращивания может нарушаться из-за дефицита теплообеспеченности. Рискованное выращивание.

уровень экстремальной морозостойкости в период глубокого (органического) покоя не ниже минус 19°C. Их нормальное размещение ограничено районами, прилегающими к морю, где вероятность морозов низкая. В остальных районах степной, северной и предгорной частей Крыма следует подбирать сорта более морозостойкие (сорта европейской и американской групп по происхождению), которые могут выдерживать температуры до минус 30°C. При таком выборе групп сортов по всей территории Республики Крым повреждения сливы зимними морозами практически не будут наблюдаться.

На основе учета мероприятий, способных удовлетворить потребности культуры, и при правильном выборе сортов становится возможным осуществить подбор технологии в зависимости от интенсивности насаждений. Так, для сливы выбор по гибкому алгоритму составляют не менее 6561 сценариев (рис. 5). В него в качестве блоков работ включены все возможные элементы технологий на каждом уровне, начиная

от выбора схемы (плотности) посадки, формы кроны, системы орошения, защиты растений, содержания почвы и завершая подбором технологии.

Такой подход может применяться и для других культур, что является необходимым для автоматизации и цифровизации управления технологическим производственным циклом при проектировании эффективности предприятия, а также контроля качества выполнения самих работ и прогнозирования продуктивности насаждений с целью достижения высокой производительности труда и экономической целесообразности.

Выводы

Разработан методологический подход выбора технологии выращивания основных плодовых, ягодных культур и винограда с учетом внедрения элементов адаптивного садоводства.

Климатические факторы окружающей среды могут оказывать неблагоприятное влияние на продуктивность насаждений. Для снижения вредонос-

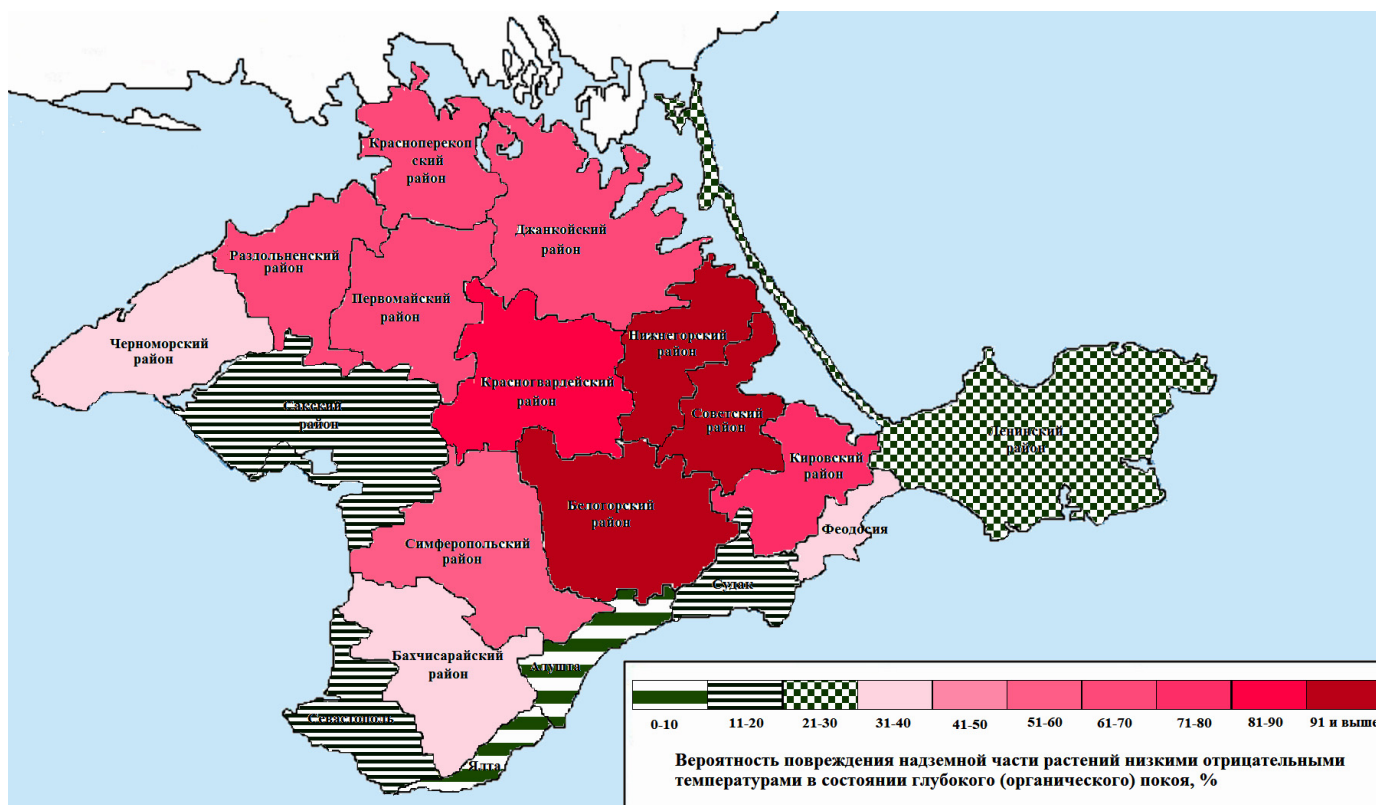


Рис. 4. Вероятность повреждения сливы сортов южного происхождения морозами в зимний период на территории Республики Крым

Fig. 4. The probability of damage to plum varieties of Southern origin by frost in winter period on the territory of the Republic of Crimea

Агротехнология выращивания сливы



Всего: 6561 сценарий

Рис. 5. Алгоритм подбора технологии выращивания сливы

Fig. 5. Algorithm of selecting the technology for growing plums

ного их воздействия на продуктивность плодовых, ягодных культур и винограда необходимо в зонах с высокой вероятностью проявления таких неблагоприятных факторов внедрять элементы технологии, которые способны свести риски к минимуму либо их полностью исключить.

Для оптимального выбора технологии следует учитывать все возможные сценарии агротехнологии. Это позволит в дальнейшем достичь высокой стабильной продуктивности насаждений.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Кичина В.В. Колонновидные яблони: Все о яблонях колонновидного типа. М.: ВСТИСП. 2002:1-160.
2. Вавилов Н.И. Пять континентов / Краснов А.Н. Под тропиками Азии. М.: Мысль. 1987:1-348.
3. McGill B.J. A test of the unified neutral theory of biodiversity. *Nature*. 2003;422:881-885. DOI 10.1038/nature01583.
4. Altieri M.A., Nicholls C.I. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*. 2017;140:33-45. DOI 10.1007/s10584-013-0909-y.
5. Campbell B.M., Vermeulen S.J., Aggarwal P.K., Corner-Dolloff C., Girvetz E., Loboguerrero A.M., Ramirez-Villegas J., Rosenstock T., Sebastian L., Thornton P.K., Wollenberg E. Reducing risks to food security from climate change. *Global Food Security*. 2016;11:34-43. DOI 10.1016/j.gfs.2016.06.002.
6. Noya I., González-García S., Bacenetti J., Fiala M., Moreira M.T. Environmental impacts of the cultivation-phase associated with agricultural crops for feed production. *Journal of Cleaner Production*. 2018;172:3721-3733. DOI 10.1016/j.jclepro.2017.07.132.
7. Манько О.М., Мешалкин А.В., Кривов С.И. Экологические основы природопользования: Учебник. М.: Академия. 2019:1-640.
8. Трушина Т.П. Экологические основы природопользования. Ростов-на-Дону: Феникс. 2001:1-384.
9. Драгавцева И.А., Кузнецова А.П., Савин И.Ю., Прудникова Е.Ю. Пути обеспечения стабильности плодоношения сортов плодовых культур на основе оценки их адаптационного потенциала в изменяющихся условиях среды // Садоводство и виноградарство. 2019;(3):34-42. DOI 10.31676/0235-2591-2019-3-34-42.
10. Рындин А.В., Драгавцева И.А., Мохно В.С. Соответствие требований культуры персика условиям среды влажных субтропиков России // Садоводство и виноградарство. 2013;1:24-29.
11. Kunz A., Blanke M.M. Effects of climate change on fruit tree physiology - based on 55 years of meteorological and phenological data at Klein-Altendorf. *Acta Horticulturae*. 2016;1130:49-54. DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1130.7.
12. Адаптивное садоводство. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. 2022:1-275.
13. Артюх С.Н., Можар Н.В. Соответствие требований породы, сорта (по фазам развития) к качественным и количественным параметрам среды (семечковые культуры) // Си-Магарач. Виноградарство и виноделие. 2022:24-3
- стеомобразующие экологические факторы и критерии зон устойчивого развития плодового садоводства на Северном Кавказе. 2001:174-197.
14. Guédon Y., Caraglio Y., Granier C., Lauri P., Muller B. Identifying developmental patterns in structured plant phenotyping data. *Methods in Molecular Biology*. 2022;2395:199-225. DOI 10.1007/978-1-0716-1816-5_10.
15. Дорошенко Т.Н., Дубравина И.В., Захарчук Н.В., Чумаков С.С., Рязанова Л.Г., Максимцов Д.В., Еремина О.В. Биологический потенциал сортов плодовых культур. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. 2016:1-170.
16. Synder R.L., de Melo-Abreu J.P. Frost protection: fundamentals, practice, and economics. FAO: Rome, Italy. 2015.
17. Lysiak G.P., Kurlus R., Michalska A. Increasing frost resistance of 'Golden Delicious', 'Gala' and 'Šampion' apple cultivars. *Folia Horticulturae*. 2016;28(2):125-135. DOI 10.1515/fhort-2016-0015.
18. Sandor M.E., Aslan C.E., Pejchar L., Bronstein J.L. A Mechanistic framework for understanding the effects of climate change on the link between flowering and fruiting phenology. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2021;9:752110. DOI 10.3389/fevo.2021.752110.
19. Charrier G., Ngao J., Saudreau M., Améglio T. Effects of environmental factors and management practices on microclimate, winter physiology, and frost resistance in trees. *Frontiers in Plant Science*. 2015;6:259. DOI 10.3389/fpls.2015.00259.
20. Unterberger C., Brunner L., Nabernegg S., Steininger K.W., Steiner A.K., Stabentheiner E., Monschein S., Truhetz H. Spring frost risk for regional apple production under a warmer climate. *PLoS One*. 2018;13(7):e0200201. DOI 10.1371/journal.pone.0200201.
21. Zhu Y.S., Yang G., Yang H., Guo L., Xu B., Li Z., Han S., Zhu X., Li Z., Jones G. Forecasting regional apple first flowering using the sequential model and gridded meteorological data with spatially optimized calibration. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2022;196:106869. DOI 10.1016/j.compag.2022.106869.
22. Bairam E., Le Morvan C., Delaire M., Buck-Sorlin G. Fruit and leaf response to different source-sink ratios in apple, at the scale of the fruit-bearing branch. *Frontiers in Plant Science*. 2019;10:1039. DOI 10.3389/fpls.2019.01039.
23. Chuine I., Bonhomme M., Legave J.M., Garcia de Cortazar-Atauri I., Charrier G., Lacoite A., Améglio T. Can phenological models predict tree phenology accurately under climate change conditions? Congress of the European Geosciences Union (EGU), DEU, April 2014, Vienna, Austria. 2014;16:12973.
24. Berzaghi F., Wright I.J., Kramer K., Oddou-Muratorio S., Bohn F.J., Reyer C.P., Sabaté S., Sanders T.G., Hartig F. Towards a new generation of trait-flexible vegetation models. *Trends in Ecology & Evolution*. 2019;35(3):191-205. DOI 10.1016/j.tree.2019.11.006.
25. Charrier G., Martin St-Paul N.K., Damesin C., Delpierre N., Hänninen H., Torres-Ruiz J.M., Davi H. Interaction of drought and frost in tree ecophysiology: rethinking the timing of risks. *Annals of Forest Science*. 2021;78:40. DOI 10.1007/S13595-021-01052-5.
26. Mirás-Avalos J.M., Alcobendas R., Alarcón J.J., Pedrero F., Valsesia P., Lescourret F., Nicolás E.N. Combined effects of water stress and fruit thinning on fruit and vegetative growth of a very early-maturing peach cultivar: assessment by means of a fruit tree model. *QualiTree. Irrigation Science*. 2013;31:1039-1051. DOI 10.1007/s00271-012-0385-6.

References

1. Kichina V.V. Columnar apple trees: Everything about columnar apple trees. M. 2002:1-160 (*in Russian*).
2. Vavilov N.I. Five continents. Krasnov A.N. Under the tropics of Asia. M.: Mysl'. 1987:1-348 (*in Russian*).
3. McGill B.J. A test of the unified neutral theory of biodiversity. *Nature*. 2003;422:881-885. DOI 10.1038/nature01585.
4. Altieri M.A., Nicholls C.I. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climate Change*. 2017;140:33-45. DOI 10.1007/s10584-013-0909-y.
5. Campbell B.M., Vermeulen S.J., Aggarwal P.K., Corner-Dolloff C., Girvetz E., Loboguerrero A.M., Ramirez-Villegas J., Rosenstock T., Sebastian L., Thornton P.K., Wollenberg E. Reducing risks to food security from climate change. *Global Food Security*. 2016;11:34-43. DOI 10.1016/j.gfs.2016.06.002.
6. Noya I., González-García S., Bacenetti J., Fiala M., Moreira M.T. Environmental impacts of the cultivation-phase associated with agricultural crops for feed production. *Journal of Cleaner Production*. 2018;172:3721-3733. DOI 10.1016/j.jclepro.2017.07.132.
7. Manko O.M., Meshalkin A.V., Krivov S.I. Ecological foundations of nature management: Textbook. M.: Academia. 2019:1-640 (*in Russian*).
8. Trushina T.P. Ecological foundations of nature management. Rostov-on-Don: Phoenix. 2001:1-384 (*in Russian*).
9. Dragavtseva I.A., Kuznetsova A.P., Savin I.Yu., Prudnikova E.Yu. Ways to ensure the stability of fruiting of fruit crop varieties based on the evaluation of their adaptation potential in changing environmental conditions. *Horticulture and Viticulture*. 2019;(3):34-42. DOI 10.31676/0235-2591-2019-3-34-42 (*in Russian*).
10. Ryndin A.V., Dragavtseva I.A., Mokhno V.S. Compliance of the requirements of peach culture with the environmental conditions of humid subtropics of Russia. *Horticulture and Viticulture*. 2013;1:24-29 (*in Russian*).
11. Kunz A., Blanke M.M. Effects of climate change on fruit tree physiology - based on 55 years of meteorological and phenological data at Klein-Altendorf. *Acta Horticulturae*. 2016;1130:49-54. DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1130.7.
12. Adaptive gardening. Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I. 2022:1-275 (*in Russian*).
13. Artyukh S.N., Mozhar N.V. Compliance of requirements of the breed, variety (by phases of development) to the qualitative and quantitative parameters of the environment (seed crops). System-forming environmental factors and criteria of zones of sustainable development of fruit growing in the North Caucasus. Krasnodar. 2001:174-197 (*in Russian*).
14. Guédon Y., Caraglio Y., Granier C., Lauri P., Muller B. Identifying developmental patterns in structured plant phenotyping data. *Methods in Molecular Biology*. 2022;2395:199-225. DOI 10.1007/978-1-0716-1816-5_10.
15. Doroshenko T.N., Dubravina I.V., Zakharchuk N.V., Chumakov S.S., Ryazanova L.G., Maksimov D.V., Eremina O.V. Biological potential of fruit crop varieties. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin. 2016:1-170 (*in Russian*).
16. Synder R.L., de Melo-Abreu J.P. Frost protection: fundamentals, practice, and economics. FAO: Rome, Italy. 2015.
17. Lysiak G.P., Kurlus R., Michalska A. Increasing frost resistance of 'Golden Delicious', 'Gala' and 'Sampion' apple cultivars. *Folia Horticulturae*. 2016;28(2):125-135. DOI 10.1515/fhort-2016-0015.
18. Sandor M.E., Aslan C.E., Pejchar L., Bronstein J.L. A Mechanistic framework for understanding the effects of climate change on the link between flowering and fruiting phenology. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2021;9:752110. DOI 10.3389/fevo.2021.752110.
19. Charrier G., Ngao J., Saudreau M., Améglio T. Effects of environmental factors and management practices on microclimate, winter physiology, and frost resistance in trees. *Frontiers in Plant Science*. 2015;6:259. DOI 10.3389/fpls.2015.00259.
20. Unterberger C., Brunner L., Nabernegg S., Steininger K.W., Steiner A.K., Stabentheiner E., Monschein S., Truhetz H. Spring frost risk for regional apple production under a warmer climate. *PLoS One*. 2018;13(7):e0200201. DOI 10.1371/journal.pone.0200201.
21. Zhu Y.S., Yang G., Yang H., Guo L., Xu B., Li Z., Han S., Zhu X., Li Z., Jones G. Forecasting regional apple first flowering using the sequential model and gridded meteorological data with spatially optimized calibration. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2022;196:106869. DOI 10.1016/j.compag.2022.106869.
22. Baïram E., Le Morvan C., Delaire M., Buck-Sorlin G. Fruit and leaf response to different source-sink ratios in apple, at the scale of the fruit-bearing branch. *Frontiers in Plant Science*. 2019;10:1039. DOI 10.3389/fpls.2019.01039.
23. Chuine I., Bonhomme M., Legave J.M., Garcia de Cortazar-Atauri I., Charrier G., Lacoïnte A., Améglio T. Can phenological models predict tree phenology accurately under climate change conditions? Congress of the European Geosciences Union (EGU), DEU, April 2014, Vienna, Austria. 2014;16:12973.
24. Berzaghi F., Wright I.J., Kramer K., Oddou-Muratorio S., Bohn F.J., Reyer C.P., Sabaté S., Sanders T.G., Hartig F. Towards a new generation of trait-flexible vegetation models. *Trends in Ecology & Evolution*. 2019;35(3):191-205. DOI 10.1016/j.tree.2019.11.006.
25. Charrier G., Martin St-Paul N.K., Damesin C., Delpierre N., Hänninen H., Torres-Ruiz J.M., Davi H. Interaction of drought and frost in tree ecophysiology: rethinking the timing of risks. *Annals of Forest Science*. 2021;78:40. DOI 10.1007/S13595-021-01052-5.
26. Mirás-Avalos J.M., Alcobendas R., Alarcón J.J., Pedrero F., Valsesia P., Lescouret F., Nicolás E.N. Combined effects of water stress and fruit thinning on fruit and vegetative growth of a very early-maturing peach cultivar: assessment by means of a fruit tree model. *QualiTree. Irrigation Science*. 2013;31:1039-1051. DOI 10.1007/s00271-012-0385-6.

Информация об авторах

Дмитрий Валериевич Потанин, канд. с.-х. наук, доцент кафедры плодовоощеводства и виноградарства; e-мэйл: potanin.07@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3724-8758>;

Маргарита Игоревна Иванова, начальник отдела организации учета применения средств химизации и разработки проектно-сметной документации; e-мэйл: imi_2712@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3749-9525>.

Information about authors

Dmitry V. Potanin, Cand. Agric. Sci., Associate Professor of the Department of Horticulture and Viticulture; e-mail: potanin.07@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3724-8758>;

Margarita I. Ivanova, Head of the Department for organization of accounting for the use of chemicals and development of design and estimate documentation; e-mail: imi_2712@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3749-9525>.

Статья поступила в редакцию 27.07.2022, одобрена после рецензии 22.08.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Актуальные подходы к разработке системы критериев для идентификации вин с географическим статусом

Аникина Н.С.[✉], Гержилова В.Г., Жилякова Т.А., Весютова А.В., Олейникова В.А.,
Ермихина М.В., Рябинина О.В.

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

[✉]hv26@magarach-institut.ru

Аннотация. Подлинность вина является важным показателем его качества, выполняющим социальную и торгово-экономическую функции, реализующие взаимосвязь между производителем и потребителем. Вина с географическим статусом востребованы на рынке вина, что обуславливает повышенный интерес к ним недобросовестных производителей. Представления о терруаре опираются на зависимости химического состава катионов и анионов вин, их физико-химических свойств от условий окружающей среды. Показано, что механизм подтверждения географического происхождения вин можно базировать на изучении их полиэлементного состава, в частности катионов, с применением современных методов обработки данных. Цель работы – систематизация данных по катионно-анионному составу вин различных регионов. Исследования проводили на образцах вин, выработанных из белых и красных сортов винограда производителями разных винодельческих стран. В винах определяли массовую концентрацию хлоридов потенциометрическим методом; калия, кальция, натрия, магния – методом атомно-абсорбционной спектроскопии, а также методом капиллярного электрофореза. Всего в работе было использовано более 3000 образцов винопродукции производства 15 винодельческих регионов. Установлен вклад компонентов катионного состава вин разных стран. Рассчитано соотношение массовой концентрации натрия и хлоридов, установлены диапазоны его варьирования для 15 винодельческих стран и регионов. Проведенные исследования позволили обосновать полиэлементный состав вин, который характеризует географический статус продукции. Исследования будут продолжены в направлении дополнения набора показателей и их соотношений, расширения инструментальной аналитической базы.

Ключевые слова: подлинность вина; аутентичность; катионно-анионный состав вина; калий; кальций; натрий; магний; хлориды.

Для цитирования: Аникина Н.С., Гержилова В.Г., Жилякова Т.А., Весютова А.В., Олейникова В.А., Ермихина М.В., Рябинина О.В. Актуальные подходы к разработке системы критериев для идентификации вин с географическим статусом // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):263-268. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.010.

ORIGINAL RESEARCH

Current approaches to develop a set of criteria for identifying wines with geographical indication

Anikina N.S.[✉], Gerzhikova V.G., Zhilyakova T.A., Vesjutova A.V., Oleinikova V.A., Ermikhina M.V.,
Riabinina O.V.

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

[✉]hv26@magarach-institut.ru

Abstract. Authenticity of wine is an important indicator of its quality, performing social, commercial and economic functions, which relates producers and consumers. Wines with geographical indication proved the relevance on wine market, being in demand by unscrupulous producers. The ideas about terroir are based on the dependence of chemical composition of cations and anions of wines, their physicochemical properties and environmental conditions. It is shown that the mechanism for confirming geographical origin of wines can be based on the study of their poly-elemental composition, in particular, cations, using modern data processing methods. The purpose of the work was to systematize data on cationic-anionic composition of wines from different regions. The studies were carried out on wine samples prepared from white and red grape varieties by producers from different winemaking countries. Mass concentration of chlorides in wines was determined by the potentiometric method; potassium, calcium, sodium, magnesium - by the method of atomic absorption spectrometry, as well as by the method of capillary electrophoresis. In total, more than 3000 samples of wine products from 15 winemaking regions were used in the work. Share contribution of the components of cationic composition of wines from different countries was established. The ratio of mass concentrations of sodium and chlorides was calculated. The ranges of its variation for 15 winemaking countries and regions were determined. The conducted research allowed substantiating poly-elemental composition of wines, characterized by geographical indication of the product. The research will be continued in the direction of supplementing the set of indicators and their ratios, expanding the instrumental analytical base.

Key words: authentic wines; authenticity; cationic-anionic composition of wine; potassium; calcium; sodium; magnesium; chlorides.

For citation: Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Zhilyakova T.A., Vesjutova A.V., Oleinikova V.A., Ermikhina M.V., Riabinina O.V. Current approaches to develop a set of criteria for identifying wines with geographical indication. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):263-268. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.010 (in Russian).

Введение

Гарантированная подлинность вина является

одним из основных социальных и торгово-экономических аспектов функционирования взаимосвязей «производитель – потребитель» в современном обществе [1]. Повышенный риск нелегитимных махина-

ций с вином делает актуальным совершенствование системы аутентификации вина для мировой винной индустрии [2]. Вина с географическим статусом востребованы на рынке вина, что делает их уязвимыми для различных модификаций их состава недобросовестными производителями.

Виноградарская концепция терруара гласит, что уникальные свойства вина строго связаны с условиями окружающей среды, в которых выращивается виноград. Изучение взаимосвязи между природными условиями выращивания винограда, количественными и качественными характеристиками урожая позволили научно обоснованно подходить к выбору территории для посадки виноградника [3]. Влияние типа почвы отражается на концентрации анионов (F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}), катионов калия, кальция, магния и натрия, содержащихся в вине, а также значениях pH и электропроводности [4-6]. Элементное профилирование представляет собой наиболее подходящий способ связать вино с регионом, поскольку содержание элементов, соответствующее почве, отражается непосредственно в составе вина [7, 8].

Для характеристики вин следует применять сочетание аналитического анализа компонентов и многомерных методов данных [5] (рис. 1).

При установлении маркеров, отвечающих требованиям качества и региональной выдачи вин, применяют их поликомпонентный состав, включающий, в частности, такие катионы, как Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, In, K, Li, Mg, Mn, Ni, Pb, Rb, Se, Na, Ag, Sr, Tl, V, U, Zn [7]. Переход металлов из ягод в вино для всех сортов сопровождается снижением концентраций Mg, Al, K, Ca, Mn, Ni, Cu, Zn, Rb, Ba, Ti и Sr и повышением содержания V, Fe, Co, Pb и Na [4]. Баланс компонентов катионно-анионного состава вин могут характеризовать особенности винодельческих регионов [9]. Соотношения между $\delta^{18}O$ и $\delta^{13}C$ и концентрациями различных катионов в сочетании с определенной статистической моделью представляют собой мощный инструмент для определения географического происхождения вин [10].

Массовые концентрации металлов могут быть использованы как маркеры подлинности, в частности, для географического происхождения [9, 11]. Естественное происхождение ионов металлов в винах определяется их накоплением в течение роста винограда, составом почвы, климатом, культивированием (почвенные и листовые подкормки), метаболизмом клеток виноградской ягоды

и растения в целом, винодельческими приемами, а также загрязнением воздуха, воды и почвы (табл. 1). Дискриминантным анализом установлено наличие в почвах распространенных видов металлов [4].

Установить различие вин по географическому происхождению возможно с применением различных передовых аналитических методов: матрица поглощения-пропускания и возбуждения флуоресценции (А-ТЕЕМ) [2], многомерная флуоресцентная спектроскопия [12], масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) [2], оптико-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой ICP-AES [13].

Полученные большие массивы данных нуждаются в обработке хемометрическими методами, которые дают возможность эффективно определять естественно существующие группы и ассоциации, объективно дифференцировать исследуемые образцы [4, 12, 14-16]. Линейный дискриминантный анализ массива данных, представляющих собой изотопный и элементный состав вин, позволил на 100 % классифицировать их по происхождению, при отдельном исследовании красных и белых вин уровень дифференцирования составил 98,4% [17]. Хемометрия

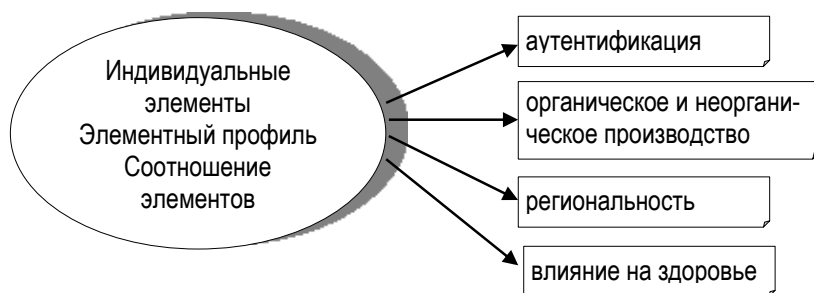


Рис. 1. Роль элементного состава в оценке качества вин
Fig. 1. The role of elemental composition in assessing the quality of wines

Таблица 1. Потенциальное происхождение металлов [11]

Table 1. Potential origin of metals [11]

Металл	Происхождение
Алюминий	Почва (V*), бентонит, металлические сплавы, фильтрующие материалы (W**)
Кальций	Почва, удобрения, фунгициды (V), бентонит, кислотопонижение, фильтрующие материалы, бетонные резервуары (W)
Медь	Почва, фунгициды, удобрения, пестициды (V), металлические сплавы, стабилизаторы, фильтрующий материал (W)
Железо	Почва (V), металлические сплавы, бентонит, фильтрующие материалы, добавки для дрожжей, стабилизаторы (W)
Калий	Почва, удобрения (V), стабилизаторы (W), метабисульфит калия (W)
Магний	Почва (V), бентонит, бетонные резервуары, добавки для дрожжей (W)
Марганец	Почва, фунгициды, удобрения, пестициды (V), фильтрующие материалы (W)
Натрий	Орошение, прибрежная среда, почва (V), бентонит, метабисульфит натрия, стабилизаторы, катионный обмен (W)
Цинк	Почва, фунгициды, удобрения, пестициды (V), металлические сплавы, стабилизаторы, фильтрующие материалы, добавки для дрожжей (W)

Примечание. V* – виноград, W** – вино

играет незаменимую роль в интерпретации и моделировании спектральных данных и часто используется в сочетании со спектроскопией для классификации образцов [1].

Таким образом, механизм подтверждения географического происхождения вин возможно базировать на изучении их полиэлементного состава, в частности катионов, с применением современных методов обработки данных.

Цель исследования – систематизация данных по катионно-анионному составу винопродукции различных регионов. Работа продолжает комплексные фундаментальные исследования по развитию методологических и технологических аспектов виноделия с географическим статусом от виноградника до готовой продукции, проводимые ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» с 2016 года [18].

Методика исследований

Исследования проводили на образцах вин, выработанных из белых и красных сортов винограда производителями разных винодельческих регионов. В винах определяли массовую концентрацию хлоридов потенциометрическим методом, калия, кальция, натрия, магния – методом атомно-абсорбционной спектроскопии, а также методом капиллярного электрофореза [19, 20]. Всего в работе было использовано более 3000 образцов винопродукции. Аналитические данные обрабатывали с применением методов математической статистики [21].

Результаты и их обсуждение

При изучении катионно-анионного состава вин, произведенных в разных странах (рис.2), установлено, что в процентном соотношении доля катионов калия варьировала от 68% до 79%, кальция – 8-12%, натрия – 3-10%. По средней сумме катионов в винах можно расположить страны следующим образом: Германия (1900 мг/л) → Италия, Франция, Испания (813-845 мг/л) → Чили (793 мг/л) → Молдавия (737 мг/л) → Россия (639 мг/л) → Болгария (554 мг/л).

Невысокое содержание хлоридов (рис.3) установлено в винах Германии, Венгрии и Болгарии (в среднем 20 мг/л). Вина большинства стран характеризуются средними значениями данного показателя (25-55 мг/л). В винах, произведенных в США, Аргентине и Австралии, содержание хлоридов превышало 80 мг/л.

Ранее нами было показано, что соотношение массовых концентраций натрия и хлоридов может быть использовано для выявления фальсификации вин путем разбавления водой и определения географических индексов [9]. Как видно из представленных

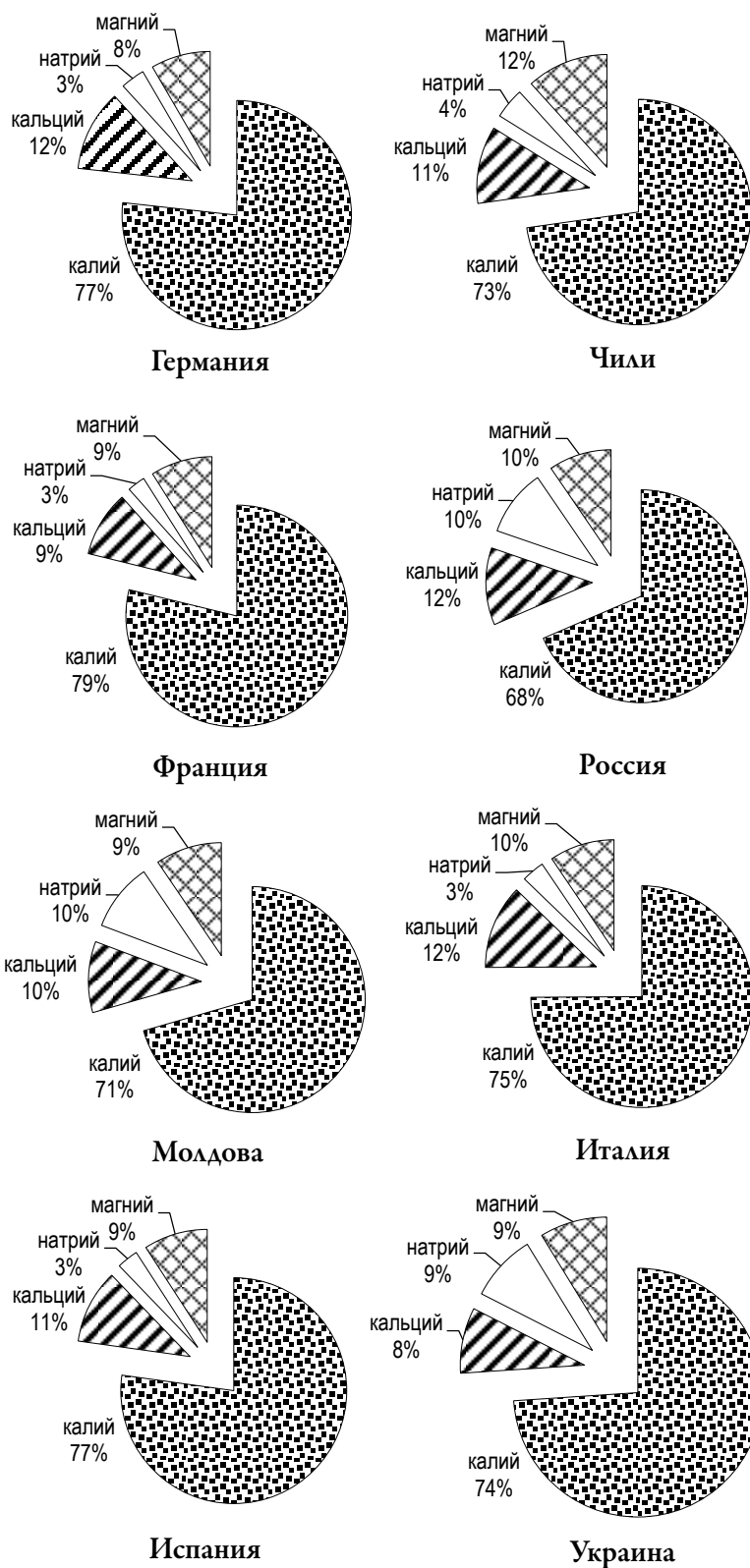


Рис. 2. Соотношения компонентов катионного состава вин разных стран

Fig. 2. The component ratios of cationic composition of wines from different countries

данных (рис. 3), по низким значениям соотношения «натрий/хлориды» близкими оказались вина, произведенные в Германии, Чили, Италии и Испании. Минимальные значения исследуемого соотношения зафиксированы для вин Чили (в среднем 0,33). Максимальные значения исследуемого соотношения уста-

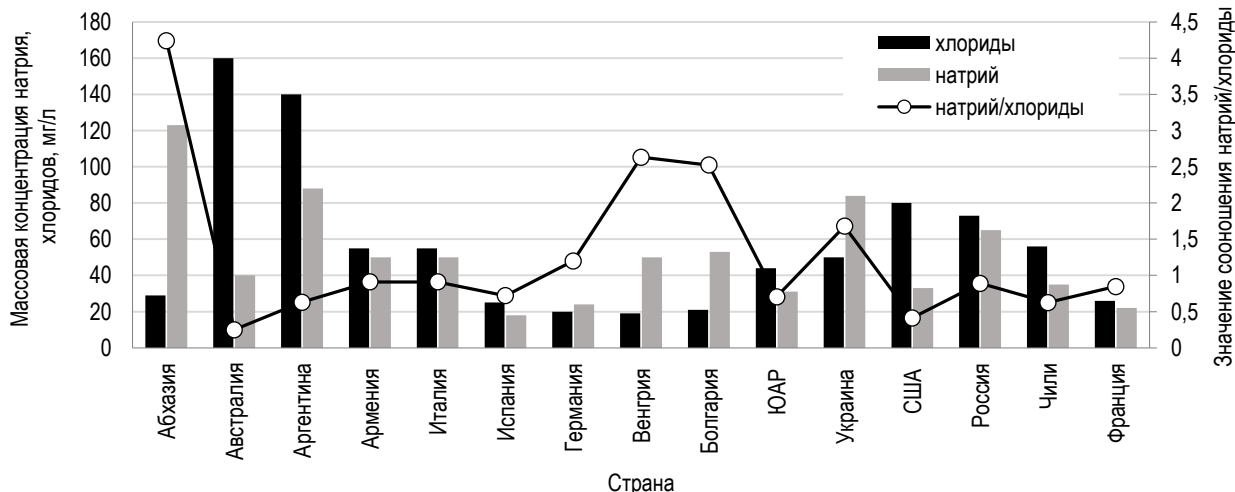


Рис. 3. Соотношение натрий/хлориды в винах разных стран
Fig. 3. Sodium/chlorides ratio in wines from different countries

Таблица 2. Соотношение натрий/хлориды в винах разных стран

Table 2. Sodium/chlorides ratio in wines from different countries

Количество образцов	Страна, регион	Диапазон	Среднее
45	Абхазия	2,9-4,3	3,6
97	Австралия	0,1-0,6	0,4
93	Аргентина	0,2-0,8	0,5
15	Армения	0,4-1,5	1,0
302	Италия	0,4-1,5	1,0
770	Испания	0,2-1,4	0,7
423	Германия	0,7-2,8	1,4
256	Франция	0,2-2,1	0,8
31	Венгрия	2,7-3,8	3,3
18	Болгария	0,6-7,1	4,5
40	Молдова	0,6-5,1	2,3
97	ЮАР	0,5-1,8	0,95
157	Украина	0,3-4,0	2,1
24	Чили	0,1-1,2	0,3
55	США	0,3-1,6	0,8
310	Россия	0,2-4,4	1,1
147	Крым	0,25-2,9	1,0

новлены для вин Болгарии и Украины (в среднем 2,1), Молдовы (в среднем 2,3).

Применение частотного анализа [20] позволило дифференцировать страны-винопроизводители по значениям соотношения натрий/хлориды (табл. 2). Вина, произведенные в США, Чили и ЮАР, относятся к первой группе (0,4-0,9). Вина Австралии попадают во вторую группу (1,0-1,5), а вина Аргентины – в третью (более 2,0). В Европе преобладают вина, относящиеся ко второй группе (60%), на долю вин первой и третьей группы приходится по 20 %.

Выводы

Таким образом, проведенная систематизация данных позволяет выбрать полиэлементный состав вина и баланс его компонентов как показатели, характеризующие географический статус продукции. Исследования будут продолжены в направлении дополнения набора показателей и их соотношений, расширении инструментальной аналитической базы.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2022-0005.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2022-0005.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Ranaweera K.R., Capone D.L., Bastian S.E.P., Cozzolino D., Jeffery D.W. A review of wine authentication using spectroscopic approaches in combination with chemometrics. *Molecules*. 2021;26(14):4334. DOI 10.3390/molecules26144334.
2. Ranaweera K.R., Adam M.G., Dimitra L.C., Susan E.P.B., David W.J. Authentication of the geographical origin of Australian Cabernet Sauvignon wines using spectrofluorometric and multi-element analyses with multivariate statistical modelling. *Food Chemistry*. 2021;335:127592. DOI 10.1016/j.foodchem.2020.127592.
3. Rybalko E., Ostroukhova E., Baranova N., Peskova I., Borisova V. The influence of the agroecological resources of Crimea on the primary and secondary metabolites of Aligote grapes. In the collection: *KNE LIFE SCIENCES*. Dubai, UAE. 2022:112-124.
4. Темердашев З.А., Абакумов А.Г., Халафян А.А., Агеева Н.М. Взаимосвязи между элементарным составом винограда, почвы с места его произрастания и вина // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2021;87(11):11-18. DOI 10.26896/1028-6861-2021-87-11-11-18.
5. Guardia M., Garrigues S. Handbook of Mineral Elements in Food. 2015:473-487. DOI 10.1002/9781118654316.ch27.

6. Халилова Э.А., Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А., Абакарова А.А. Влияние почвенно-климатических условий на качество красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон (Республики Дагестан и Крым) // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(4):333-337. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.011T.
7. Feher I., Magdas D.A., Dehelean A., Sârbu C. Characterization and classification of wines according to geographical origin, vintage and specific variety based on elemental content: a new chemometric approach. J Food Sci Technol. 2019;56(12):5225-5233. DOI 10.1007/s13197-019-03991-4.
8. Точилина Р.П., Гончарова С.А., Хорошева Е.В., Семипятный В.К. Особенности минерального состава донских вин и виноматериалов как идентификационный показатель места происхождения // Виноделие и виноградарство. 2016;3:14-17.
9. Аникина Н.С. Изучение некоторых компонентов катионно-анионного состава виноградных вин разных стран // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;4:47-49.
10. Leder R., Petric I.V., Jusup J., Banovic M. Geographical discrimination of Croatian wines by stable isotope ratios and multielemental composition analysis. Frontiers in Nutrition. 2021;8:625613. DOI 10.3389/fnut.2021.625613.
11. Waterhouse A.L., Sacks G.L., Jeffery D.W. Understanding wine chemistry. 1st edition. NY: John Wiley & Sons, 2016:1-470. DOI 10.1002/anie.201700489.
12. Ríos-Reina R., Elcoroaristizabal S., Ocaña-González J.A., García-González D.L., Amigo J.M., Callejón R.M. Characterization and authentication of Spanish PDO wine vinegars using multidimensional fluorescence and chemometrics. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2017;230:108-116. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.02.118.
13. Ziola-Frankowska A., Frankowski M. Determination of metals and metalloids in wine using food inductively coupled plasma optical emission spectrometry and mini-torch. Food Analytical Methods. 2017;10:180-190. DOI 10.1007/s12161-016-0567-6.
14. Семипятный В.К., Хуршудян С.А., Галстян А.Г. Идентификация виноматериалов с защищенным наименованием места происхождения с применением кластерного анализа // Вопросы питания. 2020;89(5):119-126. DOI 10.24411/0042-8833-2020-10072.
15. Fabjanowicz M., Kosek K., Płotka-Wasyłka J. et al. Evaluation of the influence of grapevine growing conditions on wine quality. Monatsh Chem 2019;150:1579-1584. DOI 10.1007/s00706-019-02454-y.
16. Халафян А.А., Темердашев З.А., Абакумов А.Г., Якуба Ю.Ф. Хемометрическая оценка вклада металлов и летучих соединений в сенсорные свойства некоторых натуральных виноградных вин // Журнал аналитической химии. 2021;76(8):746-757. DOI 10.31857/S0044450221080077.
17. Griboff J., Horacek M., Wunderlin D.A., Monferrán M.V. Sustain differentiation between argentine and Austrian red and white wines based on isotopic and multi-elemental composition. Food Syst. 2021. DOI 10.3389/fsufs.2021.657412.
18. Васылык А.В., Остроухова Е.В., Аникина Н.С. Научно-методические основы развития виноделия с географическим статусом в России: основные достижения на пути их реализации. Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2019;22:79-88. DOI 10.30679/2587-9847-2019-22-79-88.
19. Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts, 2021. URL: <https://www.oiv.int/en/technical-standards-and-documents/methods-of-analysis/compendium-of-international-methods-of-analysis-of-wines-and-musts>.
20. Ríos-Reina R., Azcarate S.M., Camiña J.M., Goicoechea H.C. Multi-level data fusion strategies for modeling three-way electrophoresis capillary and fluorescence arrays enhancing geographical and grape variety classification of wines. Analytica Chimica Acta. 2020;1126:52-62. DOI 10.1016/j.aca.2020.06.014.
21. Smeyers-Verbeke J., Jäger H., Lanteri S. Characterization and determination of the geographical origin of wines. Part II: descriptive and inductive univariate statistics. Eur. Food Res. Technol. 2009;230:15-29.

References

1. Ranaweera K.R., Capone D.L., Bastian S.E.P., Cozzolino D., Jeffery D.W. A review of wine authentication using spectroscopic approaches in combination with chemometrics. Molecules. 2021;26(14):4334. DOI 10.3390/molecules26144334.
2. Ranaweera K.R., Adam M.G., Dimitra L.C., Susan E.P.B., David W.J. Authentication of the geographical origin of Australian Cabernet Sauvignon wines using spectrofluorometric and multi-element analyses with multivariate statistical modelling. Food Chemistry. 2021;335:127592. DOI 10.1016/j.foodchem.2020.127592.
3. Rybalko E.A., Ostroukhova E., Baranova N., Peskova I., Borisova V. B. The influence of the agroecological resources of Crimea on the primary and secondary metabolites of Aligote grapes. In the collection: KNE LIFE SCIENCES. Dubai, UAE. 2022:112-124.
4. Temerdashev Z.A., Abakumov A.G., Khalafyan A.A., Ageeva N.M. Correlations between the elemental composition of grapes, soils of the viticultural area and wine. Industrial laboratory. Materials diagnostics. 2021;87(11):11-18. DOI 10.26896/1028-6861-2021-87-11-11-18 (in Russian).
5. Guardia M., Garrigues S. Handbook of Mineral Elements in Food. 2015:473-487. DOI 10.1002/9781118654316.ch27.
6. Khalilova E.A., Kotenko S.Ts., Islammagomedova E.A., Abakarova A.A. The effect of soil and climatic conditions on the quality of 'Cabernet-Sauvignon' red table wines (Republics of Dagestan and the Crimea). Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019;21(4):333-337. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.011 (in Russian).
7. Feher I., Magdas D.A., Dehelean A., Sârbu C. Characterization and classification of wines according to geographical origin, vintage and specific variety based on elemental content: a new chemometric approach. J Food Sci Technol. 2019;56(12):5225-5233. DOI 10.1007/s13197-019-03991-4.
8. Tochilina R.P., Goncharova S.A., Horosheva E.V., Semipiatnyi V.K. Characteristic of the mineral composition of Don wines and wine materials as an identification indicator of the place of origin. Winemaking and Viticulture. 2016;3:14-17 (in Russian).
9. Anikina N.S. Study of some components cation-anion composition wines from different countries. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2015;4:47-49 (in Russian).
10. Leder R., Petric I.V., Jusup J., Banovic M. Geographical discrimination of Croatian wines by stable isotope ratios and multielemental composition analysis. Frontiers in Nutrition. 2021;8:625613. DOI 10.3389/fnut.2021.625613.
11. Waterhouse A.L., Sacks G.L., Jeffery D.W. Understanding wine chemistry. 1st edition. NY: John Wiley & Sons, 2016:1-470. DOI 10.1002/anie.201700489.
12. Ríos-Reina R., Elcoroaristizabal S., Ocaña-González J.A., García-González D.L., Amigo J.M., Callejón R.M. Characterization and authentication of Spanish PDO wine vinegars using multidimensional fluorescence and chemometrics. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2017;230:108-116. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.02.118.

13. Zioła-Frankowska A., Frankowski M. Determination of metals and metalloids in wine using food inductively coupled plasma optical emission spectrometry and mini-torch. *Food Analytical Methods*. 2017;10:180–190. DOI 10.1007/s12161-016-0567-6.
14. Semipyatniy V.K., Khurshudyan S.A., Galstyan A.G. The identification of the primal wine production with the protected designation of origin with the appliance of cluster metrics. *Problems of nutrition*. 2020;89(5):119–126. DOI 10.24411/0042-8833-2020-10072 (in Russian).
15. Fabjanowicz M., Kosek K., Płotka-Wasyłka J. et al. Evaluation of the influence of grapevine growing conditions on wine quality. *Monatsh Chem* 2019;150:1579–1584. DOI 10.1007/s00706-019-02454-y.
16. Khalafyan A.A., Temerdashev Z.A., Abakumov A.G., Yakuba Y.F. Chemometric estimation of the contributions of metals and volatile compounds to the sensory properties of some natural grape wines. *Journal of Analytical Chemistry*. 2021;76(8):746–757. DOI 10.31857/S0044450221080077 (in Russian).
17. Griboff J., Horacek M., Wunderlin D.A., Monferrán M.V. Sustain differentiation between Argentine and Austrian red and white wines based on isotopic and multi-elemental composition. *Food Syst*. 2021. DOI 10.3389/fsufs.2021.657412.
18. Vasylyk A.V., Ostroukhova E.V., Anikina N.S. Scientific and methodological foundations for the development of winemaking with a geographical status in Russia: the main achievements on the way to their implementation. *Scientific works of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking*. 2019;22:79–88. DOI 10.30679/2587-9847-2019-22-79-88 (in Russian).
19. Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts, 2021. URL: <https://www.oiv.int/en/technical-standards-and-documents/methods-of-analysis/compendium-of-international-methods-of-analysis-of-wines-and-musts>.
20. Ríos-Reina R., Azcarate S.M., Camiña J.M., Goicoechea H.C. Multi-level data fusion strategies for modeling three-way electrophoresis capillary and fluorescence arrays enhancing geographical and grape variety classification of wines. *Analytica Chimica Acta*. 2020;1126:52–62. DOI 10.1016/j.aca.2020.06.014.
21. Smeyers-Verbeke J., Jäger H., Lanteri S. Characterization and determination of the geographical origin of wines. Part II: descriptive and inductive univariate statistics. *Eur. Food Res. Technol*. 2009;230:15–29.

Информация об авторах

Надежда Станиславовна Аникина, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией химии и биохимии вина; e-мейл: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5682-3426>;

Виктория Григорьевна Гержилова, д-р техн. наук, гл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мейл: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3211-4507>;

Татьяна Александровна Жилыкова, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мейл: golden.heart@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5884-6645>;

Антонина Валерьевна Весютова, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мейл: foxt.80@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3815-5756>;

Вероника Анатольевна Олейникова, мл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мейл: veronika_olejnikova@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0252-8904>;

Марианна Вадимовна Ермихина, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мейл: mariannaermikhina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6457-2129>;

Ольга Викторовна Рябинина, мл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мейл: olgar@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5078-4515>.

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/0000-0001-5682-3426>;

Victoria G. Gerzhikova, Dr. Techn. Sci., Chief Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3211-4507>;

Tatiana A. Zhilyakova, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: golden.heart@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5884-6645>;

Antonina V. Vesyutova, Cand. Techn. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: foxt.80@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3815-5756>;

Veronica A. Oleinikova, Junior Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: veronika_olejnikova@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0252-8904>;

Marianna V. Ermikhina, Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: mariannaermikhina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6457-2129>;

Olga V. Riabinina, Junior Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: olgar@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5078-4515>.

Статья поступила в редакцию 11.07.2022, одобрена после рецензии 20.07.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Игристые вина из селекционных сортов винограда

Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В.

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

Аннотация. Приведены результаты исследований опытных игристых вин, приготовленных из винограда урожаев 2014-2019 гг. селекционных сортов винограда: Алиготе мускатное, Цитронный Магарача, Бастардо магарачский, Праздничный Магарача, Антей магарачский, Ай-Петри, Памяти Голодриги, Красень, Рубиновый Магарача. Из этих сортов винограда для игристых вин были приготовлены виноматериалы по белому способу с использованием расы дрожжей 47-К и по красному способу с использованием расы дрожжей Каберне-5. При вторичном брожении во всех вариантах использована раса дрожжей Севастопольская 23. Время послетиражной выдержки образцов составляло 9 мес. Приведены результаты исследований, в которых определены физико-химические показатели опытных игристых вин, приготовленных из селекционных сортов винограда, а также их дегустационная оценка. Установлено, что из указанных сортов винограда возможно производство игристых вин в сортовом и купажном вариантах. Выделены сорта винограда, из которых вырабатываются игристые вина хорошего качества - Алиготе мускатное, Рубиновый Магарача, Бастардо магарачский, Праздничный Магарача, Ай-Петри, Антей магарачский, средняя дегустационная оценка игристых вин из этих сортов винограда составляла от 8,85 до 9,01 баллов. Представляет также практический интерес производство игристых вин из купажей виноматериалов селекционных сортов винограда.

Ключевые слова: селекционные сорта; виноматериал; игристое вино; купажи; дегустационная оценка.

Для цитирования: Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В. Игристые вина из селекционных сортов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):269-277. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.011.

ORIGINAL RESEARCH

Sparkling wines from selection grape varieties

Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V.

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

Abstract. Study results of experimental sparkling wines of 2014-2019 crop years from selection grape varieties: 'Aligote Muscatnoye', 'Tsitronnyi Magaracha', 'Bastardo Magarachskiy', 'Prazdnichnyi Magaracha', 'Antei Magarachskiy', 'Ai-Petri', 'Pamyati Golodrigi', 'Krasen', 'Rubinovyi Magaracha' are presented. Base wines for sparklings were prepared from these grape varieties by the white method using 47-K yeast race and by the red method using Cabernet-5 yeast race. In secondary fermentation, the yeast race Sevastopolskaya 23 was used for all variants. The time of post-tirage aging of samples was 9 months. The results of studies with the determined physicochemical indicators of experimental sparkling wines from selection grape varieties, as well as their tasting assessment, are presented. It was established that it is possible to produce sparkling wines in varietal and blended variants from these grape varieties. The varieties from which good quality sparkling wines are produced include 'Aligote Muscatnoye', 'Rubinovyi Magaracha', 'Bastardo Magarachskiy', 'Prazdnichnyi Magaracha', 'Ai-Petri', 'Antei Magarachskiy'. The average tasting score of sparkling wines from these grape varieties ranged from 8.85 to 9.01 points. The production of sparkling wines from base wine blends of selection grape varieties is also of practical interest.

Key words: selection varieties; base wine; sparkling wine; blends; tasting assessment.

For citation: Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V. Sparkling wines from selection grape varieties. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):269-277. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.011 (in Russian).

Введение

Известно, что игристые вина среди всех типов вин пользуются заслуженной популярностью. Конкурентоспособность на современном этапе развития рыночных отношений занимает особое значение и, прежде всего, определяется качеством винопродукции. Общеизвестно, что одним из решающих факторов в формировании качества урожая и, соответственно, качества готовой винопродукции является сорт винограда. Сочетание признаков сорта с особенностями почвенно-климатических условий произрастания и применяемым агрокомплексом, а также высоким уровнем технологии предопределяет качество вина.

Необходимо отметить, что во Франции в про-

винции Шампань для производства шампанского используется только 3 сорта винограда: Пино нуар, Пино меньше, Шардоне, которые обеспечивают типичные свойства и высокое качество готовой продукции. В Российской Федерации согласно ГОСТ 33336-2015 «Вина игристые. Общетехнические условия» для производства игристых вин традиционного наименования разрешается использовать следующие ампелографические сорта винограда: Шардоне, Пино черный, Пино меньше, Пино белый, Пино серый, Совиньон, Алиготе, Траминер розовый, Сильванер, Рислинг, Каберне-Совиньон, Кокур белый, Пухляковский, Шампанчик, Фетяска.

Однако в настоящее время посадки указанных сортов в РФ ограничены, что обуславливает изучение и обоснование использования других сортов винограда с целью расширения ассортимента и повышения

качества игристых вин.

Отечественными и зарубежными учеными показана возможность использования аборигенных [1-17], селекционных [18-33] сортов винограда в производстве столовых и игристых вин, что является весьма важным для совершенствования отечественной сырьевой базы.

Исследования, проведенные в институте «Магарач», показали, что с целью расширения сырьевой базы для производства игристых вин можно использовать новые сорта винограда с повышенной устойчивостью к заболеваниям и более высокой морозоустойчивостью, в частности, селекции института «Магарач» и других научных организаций [27, 29].

Исследования, направленные на изучение возможностей использования в производстве игристых вин новых сортов винограда, проведены также в Северо-Кавказском зональном НИИ садоводства, виноградарства и виноделия и Кубанском аграрном университете (г. Краснодар) [20]. Показана возможность приготовления виноматериалов высокого качества из винограда сорта Цитронный Магарача, а для приготовления игристых вин высокого качества рекомендовано использовать 3 сорта винограда селекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия – Каберне АЗОС, Красностоп АЗОС, Гармония (Бедарев С.С. Совершенствование технологии красных игристых вин на основе использования новых технологических приемов: Автореферат диссертации кан. техн. наук. Краснодар, 2011. 24 с.). Аналогичные работы были проведены во ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко, в результате которых показана возможность использования селекционных сортов винограда для производства белых игристых вин – Мускат аксайский, Станичный, Раздорский белый, а также красных игристых вин: Шатен, Денисовский, Фиалковый, Вечерний [26].

Исследования, проведенные в ряде стран, показали перспективность использования аборигенных (автохтонных) сортов винограда для производства игристых вин. Например, такими сортами, произрастающими в Крыму, являются Кокур белый, Капсельский, Сары пандас, Кефесия, Сых дане, Кокур красный, Солнечная Долина и др. крымские сорта, Цимладар, Безымянный (донские сорта) [9].

Следует отметить, что особой популярностью пользуются мускатные игристые вина [34-38]. Исследована возможность приготовления мускатных игристых вин (сортовых и купажных) из селекционных сортов винограда, в частности, из Алиготе мускатное и Цитронный Магарача.

Для приготовления Цимлянского игристого выделены следующие донские аборигенные сорта винограда: Цимлянский черный, Плечистик, Красностоп золотовский, Буланы и др. (Калустов Г.К. Исследование и обоснование технологических процессов производства цимлянского игристого в непрерывном потоке: Автореф. дис. канд. техн. наук. Краснодар, 1979. 28 с.). Учеными института «Магарач» была научно обоснована, разработана и внедрена в эксперимен-

тальном шампанском цехе Инкерманского завода марочных вин технология производства резервуарным периодическим способом в условиях Крыма красного игристого вина «Севастопольское игристое» типа Цимлянского игристого [1]. Для приготовления «Севастопольского игристого» рекомендованы сорта винограда Цимлянский черный, Плечистик, Каберне-Совиньон, Хиндогны, Матраса, Бастардо магарачский, Рубиновый Магарача. Готовится вино из трех виноматериалов - сухого крепленого и недоброда по технологии, принятой в производстве Цимлянского игристого (Гавриш Г.А. Исследование биохимических процессов и разработка технологии красных игристых вин десертного типа: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Краснодар, 1967. 23 с.).

На Украине для производства красных игристых вин рекомендованы сорта винограда селекции института им. В.Е.Таирова Одесский черный, Голубок, Марсельский черный ранний, а для белых – Сухолиманский белый [21].

Таким образом, отечественными и зарубежными учеными показана возможность использования селекционных сортов винограда в производстве столовых и игристых вин, что является весьма важным для совершенствования сырьевой базы игристых вин.

Целью исследований являлось продолжение работ по изучению возможности использования сортов винограда селекции института «Магарач» для производства игристых вин.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись игристые вина, выработанные из 9 сортов винограда селекции института «Магарач», Алиготе мускатное, Цитронный Магарача, Бастардо магарачский, Праздничный Магарача, Антей магарачский, Ай-Петри, Памяти Голодриги, Красень, Рубиновый Магарача, произрастающие в п. Гурзуф, п. Отрадное (г. Ялта) и с. Вилино (Бахчисарайский район) из виноматериалов урожая 2014-2019 гг.

Виноматериалы для игристых вин готовили по белому и по красному способам методом микроиноделия с применением рас дрожжей – 47-К (по белому способу) и Каберне-5 (по красному способу). При вторичном брожении во всех случаях применяли расу дрожжей Севастопольская 23. Все селекционные штаммы дрожжей использованы из Коллекции микроорганизмов института «Магарач» [39]. Время послетиражной выдержки образцов составляло 9 мес.

Физико-химические показатели опытных игристых вин определяли по стандартизованным и принятым в виноделии методам [40]. Пенистые свойства (максимальный объем пены и время разрушения пены) определяли с помощью разработанной методики СТО 01580301.015–2017 Столовые виноматериалы для игристых вин, напитки, насыщенные диоксидом углерода. Определение пенистых свойств. – Ялта: ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», 2017. 8 с. Путем барботирования воздухом в мерном цилиндре (вместимостью 1 дм³) дегазированной пробы с помощью портативного компрессора и распылителя,

опущенного на дно цилиндра. Объем образующейся пены определяли визуально с помощью градуировки цилиндра, время разрушения пены – с помощью секундомера.

Массовую концентрацию диоксида углерода определяли по разработанной методике СТО 01580301.016–2017 Напитки, насыщенные диоксидом углерода. Определение массовой концентрации диоксида углерода модифицированным объемным методом. – Ялта: ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», 2017. 9 с. Игристые вина анализировали по следующим показателям: объемная доля этилового спирта; массовая концентрация приведенного экстракта; массовая концентрация титруемых кислот; массовая концентрация летучих кислот; массовая концентрация сахаров; массовая концентрация диоксида серы; массовая концентрация альдегидов; массовая концентрация фенольных веществ (сумма) и различных форм фенольных веществ (полимеры, мономеры, антоцианы, мономеры антоцианов); массовая концентрация аминного азота; величины рН и Eh; оптические характеристики (желтизны, интенсивности и оттенка окраски), пенные свойства (максимальный объем пены, время существования пены), содержание диоксида углерода (суммы, в газовой камере бутылки, растворенного, связанного, процент связанного); дегустационная оценка.

Органолептическую оценку проводили по 10-балльной системе согласно ГОСТ 32051 «Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа». При проведении исследований микробиологического состояния виноматериалов и кюве использованы общепринятые в микробиологии методы [41]. Микробиологическое состояние образцов определяли путем микроскопирования центрифугированных проб.

Микробиологическое сопровождение процесса прохождения вторичного брожения осуществляли путем контроля биомассы соответственно требованиям относительно концентрации дрожжевой разводки на различных этапах приготовления игристых вин.

Исследования проводили в трех параллельных последовательностях, обработку данных – с помощью методов математической статистики с использованием программного обеспечения MS Office Excel.

Результаты и их обсуждение

На основании результатов физико-химических показателей следует отметить, что все игристые вина, приготовленные из сортов винограда селекции института «Магарач», соответствовали требованиям ГОСТ 33336-2015 «Вина игристые. Общетеchnические условия».

Из табл. 1 видно, что объемная доля этилового спирта в опытных игристых винах находилась в пределах 12,1-13,5%, массовая концентрация титруемых кислот – 5,1-9,4 г/дм³, массовая концентрация летучих кислот – 0,3-0,6 г/дм³. По массовым концентрациям суммы фенольных веществ и их форм опытные игристые вина существенно отличаются. Особенно это наблюдается в игристых винах из виноматериала-

лов, приготовленных по белому и по красному способам. Массовая концентрация фенольных веществ (средняя) варьировала в игристых винах, приготовленных из виноматериалов, выработанных по белому способу следующим образом:

– суммы фенольных веществ – от 177 мг/дм³ (Алиготе мускатное п. Гурзуф) до 418 г/дм³ (Цитронный Магарача, с. Вилино);

– мономерных форм фенольных веществ от – 108 мг/дм³ (Алиготе мускатное, п. Гурзуф) до 220 г/дм³ (Цитронный Магарача, с. Вилино);

– полимерных форм фенольных веществ – от 49 мг/дм³ (Антей магарачский, п. Отрадное) до 198 г/дм³ (Цитронный Магарача, с. Вилино);

– красящих веществ – от 10 мг/дм³ (Ай-Петри, с. Вилино) до 24 мг/дм³ (Антей магарачский, п. Отрадное);

Массовая концентрация фенольных веществ (средняя) варьировала в игристых винах, приготовленных из виноматериалов, выработанных по красному способу, следующим образом:

– суммы фенольных веществ – от 624 мг/дм³ (Праздничный Магарача, с. Вилино) до 2211 мг/дм³ (Красень, п. Отрадное);

– мономерных форм фенольных веществ – от 297 мг/дм³ (Праздничный Магарача, с. Вилино) до 1263 г/дм³ (Красень, п.Отрадное);

– полимерных форм фенольных веществ – от 381 мг/дм³ (Антей магарачский, п. Отрадное) до 1365 г/дм³ (Рубиновый Магарача, с. Вилино);

– красящих веществ – 53 мг/дм³ (Ай-Петри, с. Вилино) до 581 мг/дм³ (Памяти Голодриги, п. Отрадное);

Массовая концентрация (средняя) варьировала в игристых винах, приготовленных из виноматериалов, выработанных по белому способу, следующим образом:

– аминного азота – от 141 мг/дм³ (Цитронный Магарача, с. Вилино) до 187 мг/дм³ (Ай-Петри, с. Вилино);

– альдегидов – от 23 мг/дм³ (Алиготе мускатное п.Гурзуф) до 82 мг/дм³ (Цитронный Магарача, с. Вилино).

Массовая концентрация (средняя) варьировала в игристых винах, приготовленных из виноматериалов, выработанных по красному способу:

– аминного азота – от 103 мг/дм³ (Антей магарачский, п. Отрадное) до 254 мг/дм³ (Бастардо магарачский, с. Вилино);

– альдегидов – от 43 мг/дм³ (Красень, п. Отрадное) до 63 мг/дм³ (Бастардо магарачский, с. Вилино).

Величины рН, Eh, И, Т варьировали для игристых вин, приготовленных из виноматериалов, выработанных по белому способу:

– величина рН – от 3,0 (Антей магарачский, п. Отрадное) до 3,3 (Бастардо магарачский, с. Вилино);

– величина Eh – от 208 мВ (Цитронный Магарача, с. Вилино) до 225 мВ (Антей магарачский, п. Отрадное);

– величина И – от 0,2 (Ай-Петри, с. Вилино) до 0,5 (Антей магарачский, п. Отрадное);

– величина Т – от 0,9 (Ай-Петри, с. Вилино) до 2,7 (Антей магарачский, п. Отрадное).

Таблица 1. Физико-химические показатели игристых вин из селекционных сортов винограда
Table 1. Physicochemical indicators of sparkling wines from selection grape varieties

Наименование образца	Место произрастания	Объемная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация								Величина			
			г/дм ³		мг/дм ³						рН	Еh, мВ	И	Т
			титруемых кислот	летучих кислот	сумма фенольных веществ	мономерных форм	полимерных форм	красящих веществ	аминного азота	альдегидов				
Ай-Петри, п/б	с. Вилино	13,4	6,0	0,4	230	126	104	10	187	70	3,1	223	0,2	0,9
		12,3-13,5	5,0-6,9	0,3-0,5	213-245	29-172	56-200	3-23	154-252	65-77	3,0-3,2	201-248	0,1-0,4	0,1-1,5
Ай-Петри, п/к	но	13,4	6,1	0,6	843	441	402	53	219	58	3,2	214	0,4	0,9
		12,1-13,5	5,6-6,5	0,4-1,1	642-951	312-538	330-438	44-62	126-266	26-79	3,1-3,4	196-240	0,3-0,6	0,7-1,0
Алиготе мускатное, п/б	п. Гурзуф	13,3	6,4	0,3	177	108	69	-	168	23	3,1	209	-	-
		13,2-13,3	5,3-7,4	0,3-0,4	161-192	25-190	2-136	-	140-196	21-26	3,0-3,2	201-218	-	-
Антей магарачский, п/б	с. Вилино	13,2	6,3	0,4	291	172	119	22	182	66	3,1	220	0,3	1,0
		12,5-13,5	5,7-7,1	0,4-0,5	214-443	35-333	52-179	8-48	105-301	35-91	2,8-3,4	203-248	0,1-0,5	0,7-1,3
Антей магарачский, п/к	но	13,1	7,3	0,6	1207	595	611	272	231	56	3,1	218	1,8	0,6
		12,4-13,5	5,5-9,6	0,4-0,6	690-1785	328-799	362-986	99-486	182-343	39-72	2,8-3,3	195-255	0,9-2,6	0,5-0,8
Антей магарачский, п/б	п. Отрадное	12,6	6,7	0,6	227	178	49	24	188	59	3,0	225	0,5	2,7
		10,5-13,5	4,8-8,3	0,3-1,0	130-267	11-230	18-119	15-38	119-287	23-80	2,8-3,1	211-243	0,1-0,9	0,6-8,9
Антей магарачский, п/к	но	12,1	6,6	0,6	936	555	381	290	103	46	3,2	216	0,9	3,0
		10,9-13,5	6,2-7,2	0,4-0,7	380-1160	228-776	152-527	71-717	38-151	19-74	3,1-3,3	202-242	0,6-1,5	0,5-8,8
Бастардо магарачский, п/б	с. Вилино	13,5	5,1	0,3	259	203	56	13	212	55	3,3	217	0,4	1,3
		13,4-13,5	3,9-6,4	0,3-0,4	194-339	159-282	35-76	4-20	168-266	46-70	3,2-3,3	207-227	0,1-0,6	1,1-1,4
Бастардо магарачский, п/к	но	13,5	6,3	0,4	1535	702	833	204	254	63	3,4	203	1,2	0,7
		12,9-13,5	5,3-8,2	0,2-0,6	1444-1649	294-1060	505-1210	159-271	196-315	53-72	3,2-3,5	184-214	0,8-1,5	0,6-0,8
Красень, п/к	п. Отрадное	12,9	7,9	0,6	2211	1263	948	580	254	43	3,0	227	1,7	3,2
		12,5-13,5	6,1-10,4	0,3-0,9	1811-2907	893-1433	421-1499	162-911	224-325	25-53	2,8-3,1	214-250	0,6-2,5	0,4-8,8
Памяти Голодриги, п/к	п. Отрадное	12,3	9,4	0,4	1939	666	1273	581	200	61	2,9	229	1,9	2,6
		11,1-13,5	8,1-10,0	0,1-0,6	1186-2748	256-1001	768-1861	258-1288	154-294	47-80	2,8-3,0	216-252	0,6-3,0	0,5-8,8
Праздничный Магарача, п/к	с. Вилино	12,7	7,0	0,5	624	297	327	102	153	55	3,0	225	0,8	0,6
		12,3-13,3	5,5-8,4	0,3-0,6	540-660	239-387	259-398	76-129	98-242	48-63	2,9-3,2	209-250	0,7-0,9	0,5-0,7
Рубиновый Магарача, п/к	с. Вилино	13,1	6,9	0,4	2182	817	1365	282	238	62	3,2	219	2,1	0,6
		12,5-13,5	6,0-8,1	0,3-0,6	1751-2530	463-1194	557-1867	201-343	154-287	44-70	3,0-3,3	200-231	1,9-2,5	0,5-0,7
Цитронный Магарача, п/б	с. Вилино	13,5	5,3	0,4	418	220	198	-	141	82	3,2	208	-	-
		13,5	5,0-5,6	0,2-0,5	359-522	188-271	171-251	-	105-210	70-90	3,2-3,3	203-211	-	-

Для игристых вин, приготовленных из виноматериалов, выработанных по красному способу, величины рН, Еh, И, Т варьировали:

– величина рН – от 2,9 (Памяти Голодриги, п. Отрадное) до 3,4 (Бастардо магарачский, с. Вилино);

– величина Еh – от 203 мВ (Бастардо магарачский, с. Вилино) до 229 мВ (Памяти Голодриги, п. Отрадное);

– величина И – от 0,4 (Ай-Петри, с. Вилино) до 2,1 (Рубиновый Магарача, с. Вилино);

– величина Т – от 0,6 (Праздничный Магарача, Рубиновый Магарача, Антей магарачский с. Вилино) до 3,2 (Красень, п. Отрадное).

Из таблицы 2 видно, что пенные свойства игристых вин имели следующие показатели:

– максимальный объем пены V_{max} , см³ – от 193 (Алиготе мускатное, по белому способу, п. Гурзуф) до 930 (Рубиновый Магарача, по красному способу, с. Вилино);

– скорость разрушения пены – от 7,9 с (Алиготе

мускатное, по белому способу, п. Гурзуф) до 60 с (Рубиновый Магарача, по красному способу, с. Вилино).

Минимальные пенные свойства (максимальный объем пены, скорость разрушения пены) определены в игристых винах из сорта Алиготе мускатное, по белому, п. Гурзуф, а максимальные – у игристого вина из сорта Рубиновый Магарача, по красному способу, с. Вилино. Игристые вина из других сортов винограда занимают по пенным свойствам промежуточные значения. Среднее избыточное давление во всех образцах игристых вин соответствовало нормативной документации и составляло 4,7-6,1 кПа. Самое высокое избыточное давление 6,1 кПа зафиксировано в игристом вине сорта Цитронный Магарача, по белому способу, с. Вилино. Суммарное содержание диоксида углерода в бутылке составляло – от 5,7 г (Антей магарачский, по красному способу, п. Отрадное) до 8,0 г (Цитронный Магарача, по белому способу, с. Вилино).

Содержание растворенного диоксида углерода в

Таблица 2. Показатели пенистых свойств, различных форм диоксида углерода и дегустационная оценка в опытных игристых винах**Table 2.** Indicators of foaming properties, various forms of carbon dioxide and tasting assessment in experimental sparkling wines

Игристые вина из сорта винограда	Место произрастания	Пенистые свойства		Избыточное давление CO ₂ , P20, кПа	Содержание CO ₂ , г					Дегустационная оценка, балл
		V _{max} , см ³	t _{раз} , с		суммарное Σ CO ₂	растворенного CO ₂	в газовой камере бутылки	связанных форм CO ₂ в бутылке	связанных форм CO ₂ в бутылке, %	
Ай-Петри, п/б*	с. Вилино	364	13,5	5,5	7,4	6,4	0,2	0,9	8,9	8,92
		250-520	8,0-19,5	4,2-6,6	6,6-8,7	5,3-7,3	0,1-0,3	0,4-1,2	8,8-9,1	8,80-9,13
Ай-Петри, п/к**	с. Вилино	381	23,1	5,3	7,1	6,1	0,2	0,8	8,9	8,82
		330-460	13,0-45,0	4,0-6,3	6,0-8,2	5,0-7,1	0,2	0,4-1,0	8,9-9,0	8,7-8,96
Алиготе мускатное, п/б	п. Гурзуф	197	7,9	5,2	6,9	6,0	0,2	0,7	9,0	9,01
		170-225	6,0-9,8	5,1-5,4	6,8-7,1	5,9-6,2	0,2	0,7	8,8-9,1	8,92-9,10
Антей магарачский, п/б	с. Вилино	562	31,5	5,6	7,4	6,3	0,2	0,9	9,0	8,88
		250-970	9,0-54,0	4,1-6,8	5,9-8,7	5,0-7,5	0,1-0,3	0,5-1,3	8,9-9,1	8,63-9,09
Антей магарачский, п/к	с. Вилино	568	17,6	5,1	5,7	5,1	0,2	0,4	9,0	8,85
		350-1100	17,5-17,6	4,1-6,0	2,8-7,8	2,6-6,8	0,1-0,2	0,1-0,7	8,9-9,0	8,71-9,00
Антей магарачский, п/б	п. Отрадное	452	23,5	5,4	7,1	6,6	0,2	1,0	8,8	8,82
		220-940	8,0-50,0	4,5-6,8	4,1-8,8	5,4-7,2	0,2-0,4	0,6-1,4	8,7-8,9	8,74-8,88
Антей магарачский, п/к	п. Отрадное	642	21,5	5,6	7,5	6,5	0,3	0,7	8,8	8,80
		240-1100	10,0-33,0	4,6-6,8	6,8-8,3	5,7-7,1	0,1-0,4	0,6-1,0	8,8-8,9	8,64-8,89
Бастардо магарачский, п/б	с. Вилино	477	20,0	5,7	7,4	6,4	0,2	0,8	8,8	8,85
		350-550	19,0-21,0	4,2-6,9	5,9-8,4	4,9-7,4	0,2	0,7-0,9	8,8-8,9	8,80-8,88
Бастардо магарачский, п/к	с. Вилино	555	25,1	5,5	7,2	6,2	0,2	0,7	9,0	8,95
		360-780	25,1	4,0-6,9	5,9-8,4	4,9-7,4	0,2-0,3	0,4-0,9	8,9-9,1	8,70-9,09
Красень, п/к	п. Отрадное	467	17,3	5,6	7,4	6,4	0,2	0,8	8,8	8,80
		270-800	9,0-29,0	5,2-6,2	6,9-8,0	6,2-6,9	0,2-0,3	0,5-1,0	8,8	8,71-8,86
Памяти Голодриги, п/к	п. Отрадное	569	26,3	5,5	7,2	6,3	0,3	0,7	8,8	8,80
		250-1150	9,0-60,0	4,3-7,1	6,0-9,0	5,3-7,7	0,2-0,4	0,4-0,9	8,8	8,73-8,84
Праздничный Магарача, п/к	с. Вилино	513	34,0	6,0	6,9	6,0	0,2	0,7	8,9	8,94
		240-693	8,0-60,0	4,9-6,7	4,0-8,4	3,7-7,4	0,1-0,3	0,2-0,8	8,8-9,0	8,81-9,01
Рубиновый Магарача, п/к	с. Вилино	865	60,0	5	6,7	5,7	0,4	0,8	9,0	9,0
		800-930	60	4,7-5,2	6,7	5,6-5,7	0,2-0,5	0,7-0,8	9,0-9,1	8,90-9,06
Цитронный Магарача	с. Вилино	522	18,5	6,1	8,0	6,8	0,2	1,0	8,8	8,82
		395-740	18,0-19,0	5,5-6,5	7,3-8,5	6,2-7,1	0,2-0,3	0,9-1,0	8,8	8,81-8,83

Примечание. Виноматериалы для игристых вин выработаны: * – п/б – по белому способу; ** – п/к – по красному способу; V_{max} – максимальный объем пены; t_{раз} – время разрушения пены

бутылке составляло от 5,1 г (Антей магарачский, по красному способу, п. Отрадное) до 6,8 г (Цитронный Магарача, по белому способу, с. Вилино). Содержание диоксида углерода в газовой камере всех бутылок находилось в пределах 0,2-0,3 г. А содержание связанных форм диоксида углерода в бутылке составляло от 0,4 г (7,0%) (Антей магарачский, по красному способу, с. Вилино) до 1,0 г (12,8%) (Антей магарачский, по белому способу, п. Отрадное). Следует отметить, что по содержанию связанных форм диоксида углерода опытные игристые вина находятся на среднем уровне (7,0-12,8%).

Из таблицы 2 следует, что более высокая средняя дегустационная оценка в баллах была у игристых вин, приготовленных из сортов винограда: Алиготе мускатное по белому способу (9,01), Рубиновый Магарача по красному способу (9,00), Бастардо магарачский по красному способу (8,95), Праздничный Магарача по красному способу (8,94), Ай-Петри по белому способу (8,92), Антей магарачский по белому

способу (8,88), Антей магарачский по красному способу (8,85), Бастардо магарачский по белому способу (8,85).

В таблице 3 представлены дегустационные оценки опытных игристых вин, приготовленных из купажей виноматериалов селекционных сортов винограда. Из табл. 3 следует, что более высокие дегустационные оценки получили образцы игристых вин, приготовленные из купажей виноматериалов: Рубиновый магарача п/к (с. Вилино, ур. 2017 г.) + Антей магарачский п/к (с. Вилино, ур. 2017 г.) (50% : 50%) – 9,07 баллов; Рубиновый Магарача п/к (с. Вилино, ур. 2018 г.) + Бастардо магарачский п/к (с. Вилино, ур. 2018 г.) (50% : 50%) – 9,06 баллов; Антей магарачский п/б (с. Вилино, ур. 2015 г.) + Рубиновый Магарача п/к (с. Вилино, ур. 2015 г.) (30% : 70%) – 9,02 балла.

Выводы

Получены результаты, свидетельствующие о возможности производства игристых вин из селекционных сортов винограда. Наиболее высокого качества

Таблица 3. Дегустационная оценка игристых вин из купажей виноматериалов селекционных сортов винограда
Table 3. Tasting assessment of sparkling wines from base wine blends of selection grape varieties

Наименование	Органолептическая характеристика	Дегустационная оценка, балл
Рубиновый Магарача п/к (с. Вилино, ур. 2017 г.) + Антей магарачский п/к (с. Вилино, ур. 2017 г.) (50% : 50%)	Пена – среднезернистая, устойчивая, «венчик». Время существования пены 92 с. «Игра» – хорошая. Хорошее насыщение CO ₂ . Прозрачный. Цвет – темно-рубиновый. Букет – чистый, ягодно-фруктового направления, тона сливок. Вкус – чистый, гармоничный, пряные оттенки	9,07
Рубиновый Магарача п/к (с. Вилино, ур. 2018 г.) + Бастардо магарачский п/к (с. Вилино, ур. 2018 г.) (50% : 50%)	Пенообразование повышенное, пена крупнодисперсная, время существования пены 94 с. «Игра» средняя. Среднее насыщение CO ₂ . Прозрачный. Цвет темно-рубиновый. Букет сложный, ягодно-пряный с «кофейной ноткой» Вкус полный, мягкий, гармоничный	9,06
Антей магарачский п/б (с. Вилино, ур. 2015 г.) + Рубиновый Магарача п/к (с. Вилино, ур. 2015 г.) (30% : 70%)	Вспенивание и «игра» хорошие, время существования пены 62 с, умеренное «колечко». Прозрачный. Цвет темно-рубиновый. Букет чистый, сложный, ягодного направления, с пряными оттенками. Вкус гармоничный, ягодно-фруктового направления, с пряными и легкими травянистыми оттенками	9,02
Антей магарачский п/б (с. Вилино, ур. 2015 г.) + Рубиновый Магарача п/к (с. Вилино, ур. 2015 г.) (50% : 50%)	Вспенивание хорошее, время существования пены 50,8 с, «игра» средняя. Прозрачный. Цвет темно-рубиновый. Букет хорошего сложения, ягодного направления (смородина), с пряными оттенками. Вкус чистый, гармоничный, с легкими оттенками вишни, шиповника и корочки граната	9,01
Антей магарачский п/б (с. Вилино, ур. 2015 г.) + Рубиновый Магарача п/к (с. Вилино, ур. 2015 г.) (40% : 60%)	Пена и «игра» средние, время существования пены 19 с. Прозрачный. Цвет темно-рубиновый. Букет пряно-ягодного направления. Вкус умеренной полноты, гармоничный, с лёгкой бархатистостью, с оттенками шиповника	8,98
Антей магарачский п/к (п. Отрадное, ур. 2018 г.) + Памяти Голодриги п/к (п. Отрадное, ур. 2018 г.) + Рубиновый Магарача п/к расе Каберне (с. Вилино, ур. 2018 г.) (30% : 40%)	Пена – повышенное пенообразование, среднедисперсная, устойчивая, красная. Время существования пены 85,4 с. «Игра» – средняя. Прозрачный. Цвет темно – рубиновый. Букет – ягодно-пряного направления, сухофруктовые оттенки. Вкус полный, свежий, мягкий, ягодный, с умеренной танинностью	8,90

игристые вина получают из винограда сортов: Алиготе мускатное, Рубиновый Магарача, Бастардо магарачский, Праздничный Магарача, Ай-Петри, Антей магарачский. Средняя дегустационная оценка образцов игристых вин из указанных сортов винограда урожаяв 2014-2019 гг. составляла от 8,85 до 9,01 балла. Представляет также практический интерес производство игристых вин из купажей виноматериалов селекционных сортов винограда.

Исследования в данном направлении планируется продолжить.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FZNM-0022-0003.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FZNM-0022-0003.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Валушко Г.Г., Гавриш Г.А., Асеева А.Ф. О режимах шампанизации виноматериалов // Виноделие и виноградарство СССР. 1971;6:17-18.
2. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Сохранение и изучение генофонда автохтонных донских сортов винограда на коллекции ВНИИВИБ им. Я.И. Потапенко // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017;1:9-13.

3. Наумова Л.Г., Ганич В.А., Матвеева Н.В. Белобуланый - перспективный аборигенный сорт винограда для качественного виноделия // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017;2:10-13.
4. Лиховской В.В., Зармаев А.А., Полулях А.А., Волынкин В.А., Гориславец С.М., Рисованная В.И., Борисенко М.Н., Спасай А.О. Ампелография аборигенных и местных сортов Крыма: монография / Под. ред. Лиховского В.В. Симферополь: ООО «Форма». 2018:1-140.
5. Меркуропулос Г., Мелиордос Д. Э., Хатзопулос П., Котсеридис Й. В поисках неизвестных греческих автохтонных сортов винограда на полуострове Пелопоннес - предварительные результаты // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;4:51-53.
6. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю. Анализ технологических параметров винограда крымских аборигенных сортов: разработка информационных моделей // «Магарач». Виноградарство и виноделие 2018;2:31-34.
7. Зайцева О.В., Луткова Н.Ю. Исследование углеводно-кислотного и фенольного комплексов винограда красных крымских автохтонных сортов // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН ВНИИВИБ «Магарач» РАН. Ялта. 2019;48:56-57.
8. Žurga P., Vahčić N., Pasković I., Banović M., Staver M. M. Croatian wines from native grape varieties have higher distinct phenolic (nutraceutical) profiles than wines from non-native varieties with the same geographic origin. Chemistry & Biodiversity 2019;16(8):1900218.
9. Макаров А.С., Лутков И.П., Яланецкий А.Я., Шмигельская Н.А., Шалимова Т.Р., Максимовская В.А., Погорелов Д.Ю. О возможности производства виноматериалов для игри-

- стых вин из аборигенных сортов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;2:147-152.
10. Самвелян Г.А., Самвелян А.Г., Манукян А.Э., Симонян А.Р. Исследование белых автохтонных сортов винограда для производства высококачественных вин в Армении // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;49:246-248.
 11. Margaryan K., Kuchukyuan E., Melyan G. Strategy of preservation and revival of vanishing native grape varieties in Armenia. *Viticulture and Winemaking: Scientific works of the FSBSI Magarach of the RAS.* 2020;49:65-67.
 12. Пасхалидис Х.Д., Заманидис П.К., Папаконстантину Л.Д., Сотиропулос С.С., Таскос Д.Г., Чамурлиев Г.О. Роль ампелографической коллекции Греции в генетическом улучшении аборигенных сортов и выведении новых // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;49:77-80.
 13. Наумова Л. Г., Новикова Л. Ю. Разнообразии сортов Донской ампелографической коллекции по увологическим характеристикам // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;49:74-76.
 14. Матвеева Н. В., Бахметова М. В. Технологическая оценка красных донских аборигенных сортов винограда // Русский виноград. 2020;14:80-85. DOI: 10.32904/2712-8245-2020-14-80-84.
 15. Copper A. W., Collins C., Bastian S., Johnson T., Koundouras S., Karaolis C., Savvides S. Vine performance benchmarking of indigenous Cypriot grape varieties Xynisteri and Maratheftiko. XIIIth International Terroir Congress November 17-18 2020, Adelaide, Australia. Guest editors: Cassandra Collins and Roberta De Bei. *Oeno One.* 2020;54(4):935-954.
 16. Ганич В.А., Наумова Л.Г. Автохтонный грузинский сорт винограда Грдзелмтевана в условиях Нижнего Придонья // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2021;4:28-31.
 17. Makuev G.A., Isrigova T.A., Mukailov M.D., Salmanov M.M., Magomedov M.G. Technological assessment of native grapes varieties for winemaking in the conditions of Southern Dagestan. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022;979(1):012018.
 18. Магомедов З.Б., Магомедов Р.З. Игристые вина из винограда сорта Бианка, приготовленные бутылочным способом // Виноделие и виноградарство. 2004;3:18-19.
 19. Кудрицкая Т.Г., Земшман А.Я. Направленное использование винограда сортов новой селекции // Новации и эффективность производственных процессов в виноградарстве и виноделии. Краснодар: СКЗНИИСиВ. 2005;2:26-36.
 20. Гугучкина Т.И., Шелудько О.Н., Бареева Н.Н., Трошин Л.П. Перспективы использования новых технических белых сортов винограда, произрастающего в центральной зоне Краснодарского края // Новации и эффективность производственных процессов в виноградарстве и виноделии. Краснодар. СКЗНИИСиВ. 2005;2:52-58.
 21. Григоришен А.И., Овчинников Г.П., Разработка технологии производства красных игристых вин из сортов винограда селекции ИВиВ им. В.Е.Таирова // Мобилизация и сохранение генетических ресурсов винограда, совершенствование методов селекционного процесса: сб. научных статей ГНУ «Всероссийский НИИ виноградарства и виноделия им Я.И. Потапенко Россельхозакадемии. Новочеркасск: Изд-во ГНУ ВНИИВиВ им Я.И.Потапенко. 2008:1-212.
 22. Caliari V., Burin V.M., Rosier J.P., Bordignon Luiz M.T. Aromatic profile of Brazilian sparkling wines produced with classical and innovative grape varieties. *Food Research International.* 2014;62:965-973.
 23. Jones J.E., Kerslake F.L., Close D.C., Damberg R.G. Viticulture for sparkling wine production: A Review. *American Journal of Enology and Viticulture.* 2014;65(4):407-416.
 24. Pérez-Magariño S., Ortega-Heras M., Bueno-Herrera M., Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestarán B. Grape variety, aging on lees and aging in bottle after disgorging influence on volatile composition and foamability of sparkling wines. *LWT-Food Science and Technology.* 2015;61(1):47-55.
 25. Левченко С. В. Продуктивность и качество урожая винограда сорта Цитронный Магарача в условиях Алуштинской долины // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016;37(1):102-112.
 26. Кострикин И.А., Сьян И.Н., Майстренко Л.А. Селекция винограда во ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко. 2017. <http://www.Vinograd.ru/docs/statiti/seleksiy/htm> (дата обращения 10.03.2016).
 27. Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Шалимова Т.Р., Максимовская В.А., Кречетова В.В. Особенности изменения фенольного комплекса винограда сортов селекции института «Магарач» в системе «виноград-виноматериал-игристое вино» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;4:90-93.
 28. Кухарский М., Чебану В., Таран Н., Оларь Ф., Кравец Н., Актон А., Дегтярь В. Новые сорта винограда молдавской селекции Легенда и Флоричика // *Agroexpert.* 2019:38-49.
 29. Макаров А.С. Совершенствование сырьевой базы отечественных игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;4:355-361. DOI: 10.35547/IM.2020.96.35.012.
 30. Шольц-Куликов Е.П. Сортимент винограда для виноделия России // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;49:261-263.
 31. Хафизова А., Сартори Е. Новые устойчивые сорта винограда селекции Виваи Кооперативе Раушедо, Италия // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. трудов ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН. 2020;49:103-107.
 32. Кухарский М.С., Чебану В.А., Таран Н.Г., Кравец Н.А., Оларь Ф.А., Дегтярь В.Н. Новые перспективные сорта винограда молдавской селекции с комплексной устойчивостью для производства высококачественных вин // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. трудов ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН. 2020;49:46-49.
 33. Сивочуб Г.В., Шмигельская Н.А. Изучение состава ароматического комплекса сортов винограда Рислинг Магарача и Аврора Магарача // Збірник матеріалів XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю «Проблеми формування здорового способу життя у молоді». Одеса: ФОРМ Бондаренко М.О. 2021:177-179.
 34. Gerbi V., Rolle L. G. C., Ghirardello D., Giordano M., Zeppa G. Influence of the storage temperature and the ethyl alcohol content on the shelf life of Asti Spumante DOCG. In SLIM 2006. Shelf-life International Meeting. 2007:354-357.
 35. Bordiga M., Rinaldi M., Locatelli M., Piana G., Travaglia F., Coisson J. D., Arlorio M. Characterization of Muscat wine aroma evolution using comprehensive gas chromatography followed by a post-analytic approach to 2D contour plots comparison. *Food Chemistry.* 2013;140(1-2):57-67.
 36. Nicolli K. P., Welke J. E., Closs M., Caramão E. B., Costa G., Manfroi V., Zini C. A. Characterization of the volatile profile of Brazilian Moscatel sparkling wines through solid phase micro extraction and gas chromatography. *Journal of the Brazilian Chemical Society.* 2015;26:1411-1430.
 37. Soares R.D., Welke J.E., Nicolli K.P., Zanús M., Caramão E.B., Manfroi V., Zini C.A. Monitoring the evolution of volatile compounds using gas chromatography during the stages of production of Moscatel sparkling wine. *Food Chemistry.*

2015;183:291-304.

38. Бейбулатов М.Р., Макаров А.С., Лутков И.П., Ульяновцев С.О., Луткова Н.Ю., Шалимова Т.Р. Перспективные сорта винограда селекции института «Магарач» с мускатным ароматом // Русский виноград. 2017;5:108-115.
39. Танащук Т.Н., Кишковская С.А., Иванова Е.В., Скорикова Т.К. Коллекция микроорганизмов виноделия «Магарач». Каталог культур. Ялта, ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН. 2017:1-174 (<http://magarach-institut.ru>).
40. Методы технoхимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида. 2009:1-304.
41. Бурьян Н.И. Микробиология виноделия. М.: Пищевая промышленность. 2002:1-271.

References

1. Valuiko G.G., Gavrish G.A., Aseeva A.F. On the modes of champagne treatment of wine materials. *Winemaking and Viticulture of the USSR*. 1971;6:17-18 (*in Russian*).
2. Naumova L. G., Ganich V. A. Preservation and study of the gene pool of autochthonous Don grape varieties in the VNIIVIV collection ARRIV&W. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2017;1:9-13 (*in Russian*).
3. Naumova L.G., Ganich V.A., Matveeva N.V. Belobulany - promoting aboriginal grape variety for quality wine. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2017;2:10-13 (*in Russian*).
4. Likhovskoi V.V., Zarmaev A.A., Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Gorislavets S.M., Risovannaya V.I., Borisenko M.N., Sapsai A.O. *Ampelography of indigenous and local varieties of Crimea: monograph*. Edited by Likhovskoi V.V. Simferopol: LLC "Forma". 2018:1-140 (*in Russian*).
5. Merkouropoulos G., Miliordos D.E., Hatzopoulos P., Kotseridis Y. Searching for unknown Greek indigenous grapevine varieties from Peloponnesus - initial results. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;4:51-53 (*in Russian*).
6. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Lutkova N.Yu. Analysis of technological parameters of grapes of Crimean native varieties: development of information models. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;2:31-34 (*in Russian*).
7. Zaitseva O.V., Lutkova N.Yu. Analysis of the carbon-acid and phenolic complexes of grapes of the Crimean red autochthonous varieties. *Viticulture and Winemaking: Scientific works of the FSBSI Magarach of the RAS*. Yalta, 2019;48:56-57 (*in Russian*).
8. Žurga P., Vahčić N., Pasković I., Banović M., Staver M. M. Croatian wines from native grape varieties have higher distinct phenolic (nutraceutic) profiles than wines from non-native varieties with the same geographic origin. *Chemistry & Biodiversity* 2019;16(8):1900218.
9. Makarov A.S., Lutkov I.P., Yalanetsky A.Ya., Shmigelskaya N.A., Shalimova T.R., Maksimovskaya V.A., Pogorelov D.Yu. Production of wine materials for sparkling wines from native grape varieties. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;2:147-152 (*in Russian*).
10. Samvelyan G.A., Samvelyan A.G., Manukyan A.E., Simonyan A.R. Study of white autochthonous grape varieties for the production of high-quality wines in Armenia. *Viticulture and Winemaking: Scientific works of the FSBSI Magarach of the RAS*. 2020;49:246-248 (*in Russian*).
11. Margaryan K., Kuchukyan E., Melyan G. Strategy of preservation and revival of vanishing native grape varieties in Armenia. *Viticulture and Winemaking: Scientific works of the FSBSI Magarach of the RAS*. 2020;49:65-67.
12. Paskhalidis C. D., Zamanidis P., Papakonstantinou L., Sotiropoulos S.S., Taskos D.G., Chamurliev G.O. Role of ampelographic collection of Greece in genetic improvement of native and breeding new grape varieties. *Viticulture and Winemaking: Scientific works of the FSBSI Magarach of the RAS*. 2020;49:77-80 (*in Russian*).
13. Naumova L.G., Novikova L.Yu. Diversity of grape varieties of Don ampelographic collection by uvological characteristics. *Viticulture and Winemaking: Scientific works of the FSBSI Magarach of the RAS*. 2020;49:74-76 (*in Russian*).
14. Matveeva N.V., Bakhmetova M.V. Technological assessment of red Don aboriginal grape varieties. *Russian Grapes*. 2020;14:80-85 DOI: 10.32904/2712-8245-2020-14-80-84 (*in Russian*).
15. Copper A. W., Collins C., Bastian S., Johnson T., Koundouras S., Karaolis C., Savvides S. Vine performance benchmarking of indigenous Cypriot grape varieties Xynisteri and Maratheftiko. XIIIth International Terroir Congress November 17-18 2020, Adelaide, Australia. Guest editors: Cassandra Collins and Roberta De Bei. *Oeno One*. 2020;54(4):935-954.
16. Ganich V.A., Naumova L.G. Autochthonous Georgian grape variety Grdzelmtevan in the conditions of the Lower Don. *Bulletin of Russian Agricultural Science*. 2021;4:28-31 (*in Russian*).
17. Makuev G.A., Isrigova T.A., Mukailov M.D., Salmanov M.M., Magomedov M.G. Technological assessment of native grapes varieties for winemaking in the conditions of Southern Dagestan. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;979(1):012018.
18. Magomedov Z.B., Magomedov R.Z. Sparkling wines from Bianca grapes prepared by the bottling method. *Winemaking and Viticulture*. 2004;3:18-19 (*in Russian*).
19. Kudritskaya T.G., Zemshman A.Ya. Directed use of grape varieties of new selection. Innovations and efficiency of production processes in viticulture and winemaking. Krasnodar: SKZNIIS&V. 2005;2:26-36 (*in Russian*).
20. Guguchkina T.I., Sheludko O.N., Bareeva N.N., Troshin L.P. Prospects for the use of new technical white grape varieties growing in the central zone of the Krasnodar Territory. Innovations and efficiency of production processes in viticulture and winemaking. Krasnodar. SKZNIISiV. 2005;2:52-58 (*in Russian*).
21. Grigorishen A.I., Ovchinnikov G.P. Development of technology for the production of red sparkling wines from grape varieties of the IV&V selection named after V.E. Tairov. Mobilization and conservation of genetic resources of grapes, improvement of methods of the breeding process: Collection of Scientific Articles of the All-Russian Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko, 2008:1-212 (*in Russian*).
22. Caliaro V., Burin V.M., Rosier J.P., Bordignon Luiz M.T. Aromatic profile of Brazilian sparkling wines produced with classical and innovative grape varieties. *Food Research International*. 2014;62:965-973.
23. Jones J.E., Kerslake F.L., Close D.C., Dambergs R.G. Viticulture for sparkling wine production: A Review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2014;65(4):407-416.
24. Pérez-Magariño S., Ortega-Heras M., Bueno-Herrera M., Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestarán B. Grape variety, aging on lees and aging in bottle after disgorging influence on volatile composition and foamability of sparkling wines. *LWT-Food Science and Technology*. 2015;61(1):47-55.
25. Levchenko S.V. Productivity and quality of grape harvest of 'Tsitronnyi Magaracha' under Alushta valley condition. *Horticulture and Viticulture of the South Russia*. 2016;37(1):102-112 (*in Russian*).
26. Kostrikin I.A., Syan I.N., Maystrenko L.A. Vine breeding in VNIIV&V named after Ya.I. Potapenko. 2017. <http://www.Vinograd/ru/docs/statiti/selektisy/htm> (accessed 10.03.2016)

- (in Russian).
27. Makarov A.S., Yalaneskiy A.Ya., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Shalimova T.R., Maksimovskaia V.A., Krechetova V.V. Particularities of change in the phenolic complex of grapes of the Institute Magarach selective breeding in the system of grapes-base wine-sparkling wine. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;4:91-93 (in Russian).
 28. Kukharsky M., Chebanu V., Taran N., Olari F., Kravets N., Akton A., Degtyar V. New grape varieties of Moldovan selection 'Legend' and 'Florichika'. *Agroexpert*. 2019:38-49 (in Russian).
 29. Makarov A.S. The improvement of raw materials of locally produced sparkling wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;4:355-361 DOI: 10.35547/IM.2020.96.35.012 (in Russian).
 30. Sholz-Kulikov E.P. Assortment of grapes for winemaking in Russia. *Viticulture and Winemaking: Scientific works of the FSBSI Magarach of the RAS*. 2020;49:261-263 (in Russian).
 31. Khafizova A., Sartori E. New resistant varieties of Vivai Cooperativi Rauscedo, Italy. *Viticulture and Winemaking: Scientific works of the FSBSI Magarach of the RAS*. 2020;49:103-107 (in Russian).
 32. Kukharsky M.S., Chebanu V.A., Taran N.G., Kravets N.A., Olar F.A., Degtyar V N. New promising grape varieties of Moldavian breeding with complex resistance for high-quality wine production. *Viticulture and Winemaking: Scientific works of the FSBSI Magarach of the RAS*. 2020;49:46-49 (in Russian).
 33. Sivochoub G.V., Shmigelskaia N.A. The study of the composition of the aromatic complex of grape varieties 'Riesling Magaracha' and 'Aurora Magaracha'. Collection of materials of the XIV All-Ukrainian scientific and practical conference of young scientists and students with international participation "Problems of forming a healthy way of life in young people". Odessa: FOP Bondarenko M. O., 2021:177-179 (in Russian).
 34. Gerbi V., Rolle L. G. C., Ghirardello D., Giordano M., Zeppa G. Influence of the storage temperature and the ethyl alcohol content on the shelf life of Asti Spumante DOCG. In *SLIM 2006. Shelf-life International Meeting*. 2007:354-357.
 35. Bordiga M., Rinaldi M., Locatelli M., Piana G., Travaglia F., Coisson J. D., Arlorio M. Characterization of Muscat wine aroma evolution using comprehensive gas chromatography followed by a post-analytic approach to 2D contour plots comparison. *Food Chemistry*. 2013;140(1-2):57-67.
 36. Nicolli K. P., Welke J. E., Closs M., Caramão E. B., Costa G., Manfroi V., Zini C. A. Characterization of the volatile profile of Brazilian Moscatel sparkling wines through solid phase micro extraction and gas chromatography. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 2015;26:1411-1430.
 37. Soares R.D., Welke J.E., Nicolli K.P., Zanús M., Caramão E.B., Manfroi V., Zini C.A. Monitoring the evolution of volatile compounds using gas chromatography during the stages of production of Moscatel sparkling wine. *Food Chemistry*. 2015;183:291-304.
 38. Beibulatov M.R., Makarov A.S., Lutkov I.P., Ulyantsev S.O., Lutkova N.Yu., Shalimova T.R. Promising varieties of grapes selected by the Institute Magarach with muscat aroma. *Russian Grapes*. 2017;5:108-115 (in Russian).
 39. Tanashchuk T.N., Kishkovskaya S.A., Ivanova E.V., Skorikova T.K. Collection of microorganisms of winemaking "Magarach". Catalogue of cultures. Yalta: FSBSI Magarach of the RAS. 2017:1-174 (<http://magarach-institut.ru>) (in Russian).
 40. Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. Simferopol: Tavrida, 2009:1-304 (in Russian).
 41. Buryan N.I. Microbiology of winemaking. M.: Food industry. 2002:1-271 (in Russian).

Информация об авторах

Александр Семёнович Макаров, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-мэйл: makarov150@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>;

Наталья Александровна Шмигельская, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией игристых вин; e-мэйл: nata-ganaj@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1244-8115>;

Игорь Павлович Лутков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории игристых вин, начальник отделения виноделия; e-мэйл: igorlutkov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9515-4341>;

Виктория Алексеевна Максимовская, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-мэйл: lazyrit@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2867-7510>;

Галина Владимировна Сивочуб, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-мэйл: galina.sivochub@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5096-9520>

Information about authors

Aleksander S. Makarov, Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist; Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: makarov150@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>;

Natalia A. Shmigelskaia, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: nata-ganaj@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1244-8115>;

Igor P. Lutkov, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines, Head of Winemaking Dept.; e-mail: igorlutkov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9515-4341>;

Viktoria A. Maksimovskaia, Junior Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: lazyrit@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2867-7510>;

Galina V. Sivochoub, Junior Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: galina.sivochub@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5096-9520>.

Статья поступила в редакцию 12.08.2022, одобрена после рецензии 20.08.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Влияние теплообеспеченности виноградников на формирование физико-химических характеристик и качества винограда и вина сорта Кокур белый

Остроухова Е.В.[✉], Рыбалко Е.А., Пескова И.В., Баранова Н.В., Левченко С.В., Луткова Н.Ю., Романов А.В., Бойко В.А., Евстафьева О.Ю.

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

[✉] bioxim2012@mail.ru

Аннотация. Тенденции развития сектора аутентичных вин, а также изменения климата повышают значимость для виноделия крымских автохтонных сортов винограда. Цель работы: оценить влияние агроэкологических условий виноградников Южнобережной зоны Крыма на углеводно-кислотный и фенольный комплексы, оксидазную активность (МФМО), качество урожая и вин из сорта Кокур белый. Методы исследований: геоинформационное и математическое моделирование, ВЭЖХ, методы, принятые в энохимии, статистический анализ. Установлено: теплоресурсы виноградников возросли (Wilks L = 0,004 при $\alpha < 0,00001$) в ряду с. Приветное → с. Солнечная Долина → с. Морское. Повышение теплообеспеченности территорий сопровождалось ($\alpha < 0,05$), с одной стороны, накоплением сахаров в ягодах, фенолокислот, флавонолов, флаван-3-олов и процианидинов в семенах винограда, повышением pH и МФМО суслу; с другой стороны, способствовало окислительной полимеризации фенольных компонентов при созревании винограда и в ходе его переработки, приводящей к снижению содержания моно- и димерных компонентов в кожице и мякоти винограда, флаван-3-олов в винах. В винах с виноградника с. Морское определена наименьшая концентрация ($178,2 \pm 19,9$ мг/дм³) мономерных и димерных фенольных компонентов; в винах из с. Солнечная Долина – концентрация фенолокислот, а в винах из с. Приветного – флаван-3-олов превышали таковую в других образцах в 2,3 и 2,9 раза, соответственно. Все образцы вин обладали сортовым ароматом и вкусом: вина из с. Солнечная Долина отличались плотной структурой, темно-соломенным цветом; вина из с. Приветное – облегченным вкусом и светло-соломенным цветом. Вывод: в зависимости от теплообеспеченности территорий из винограда Кокур белый можно получать белых сухие вина разного стиля.

Ключевые слова: агроэкологические факторы; ВЭЖХ; фенольный комплекс; pH; активность монофенолмонооксигеназы; качество винопродукции.

Для цитирования: Остроухова Е.В., Рыбалко Е.А., Пескова И.В., Баранова Н.В., Левченко С.В., Луткова Н.Ю., Романов А.В., Бойко В.А., Евстафьева О.Ю. Влияние теплообеспеченности виноградников на формирование физико-химических характеристик и качества винограда и вина сорта Кокур белый // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):278-285. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.012.

The effect of heat provision of vineyards on the formation of physicochemical characteristics and quality of grapes and wine of 'Kokur Belyi' variety

Ostroukhova E.V.[✉], Rybalko E.A., Peskova I.V., Baranova N.V., Levchenko S.V., Lutkova N.Yu., Romanov A.V., Boiko V.A., Evstafyeva O.Yu.

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

[✉] bioxim2012@mail.ru

Abstract. The development trend of authentic wine sector, as well as climate change, increases the importance for winemaking of Crimean autochthonous grape varieties. The purpose of the work: to assess the effect of agroecological conditions of vineyards of the South Coastal Zone of Crimea on carbohydrate-acid and phenolic complexes, oxidase activity (MPhMO), quality of crops and wines from 'Kokur Belyi' variety. Research methods: geoinformation and mathematical modeling, HPLC, methods adopted in enochemistry, statistical analysis. It was found that heat resources of vineyards were increasing (Wilks L = 0.004 with $\alpha < 0.00001$) in the series vil. Privetnoye → vil. Solnechnaya Dolina → vil. Morskoye. An increase in heat provision of the territories was accompanied ($\alpha < 0.05$) by the accumulation of sugars in berries, phenolic acids, flavonols, flavan-3-ols and procyanidins in grape seeds, an increase in pH and MPhMO of the must, on one hand; and on the other hand, it contributed to the oxidative polymerization of phenolic components during grape ripening and its processing, leading to a decrease in the content of mono- and dimeric components in the skin and pulp of grapes, flavan-3-ols - in wines. In wines from the vineyard of vil. Morskoye, the lowest concentration (178.2 ± 19.9 mg/dm³) of monomeric and dimeric phenolic components was determined; concentration of phenolic acids in wines from vil. Solnechnaya Dolina, and concentration of flavan-3-ols in wines from vil. Privetnoye exceeded the values in other samples by 2.3 and 2.9 times, respectively. All samples of wines had varietal aroma and flavor: wines from vil. Solnechnaya Dolina were distinguished by a dense structure, dark straw color; wines from vil. Privetnoye - by a lighter flavor and light straw color. Conclusion: depending on the heat provision of the territories, dry white wines of different styles can be obtained from 'Kokur Belyi' grapes.

Key words: agroecological factors; HPLC; phenolic complex; pH; monophenolmonoxygenase activity; quality of wine products.

For citation: Ostroukhova E.V., Rybalko E.A., Peskova I.V., Baranova N.V., Levchenko S.V., Lutkova N.Yu., Romanov A.V., Boiko V.A., Evstafyeva O.Yu. The effect of heat provision of vineyards on the formation of physicochemical characteristics and quality of grapes and wine of 'Kokur Belyi' variety. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):278-285. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.012 (in Russian).

Введение

Кокур белый (*Vitis vinifera* L.) – крымский автохтонный сорт винограда технического направления. По морфологическим признакам и биологическим свойствам относится к эколого-географической группе сортов винограда бассейна Черного моря. Сорт среднепозднего срока созревания, характеризуется коэффициентом плодоношения 1,67; средняя урожайность – 48,9 ц/га [1, 2]. Кокур белый является наиболее распространенным среди белых автохтонных сортов Крыма, площади промышленных посадок которого постоянно расширяются (с 659 га в 2016 г. до 911 га в 2018 г.), в том числе за пределами исторического ареала произрастания [2, 3]. Виноград к моменту достижения физиологической зрелости способен накапливать свыше 260 г/дм³ сахаров [5] и традиционно используется для производства десертных вин премиум-класса: «Кокур десертный Сурож» АО ПАО «Массандра» и «Солнечная долина» АО «Солнечная долина». В настоящее время, в том числе в связи с изменением потребительских предпочтений, из винограда Кокур белый вырабатываются также сухие и полусухие вина; изучаются теоретические и практические аспекты производства из винограда игристых вин [5]. Наряду с другими крымскими автохтонными сортами, Кокур белый все чаще рассматривается в качестве перспективного биоресурса в селекционном процессе [6, 7].

Взросший интерес ученых и практиков-виноделов к крымским автохтонным сортам связан с рядом причин. Во-первых, современная концепция качественных вин основывается на их аутентичности, уникальности органолептических характеристик, обусловленных терруаром и сортовой специфичностью. Во-вторых, наблюдаемые изменения климата (повышение температуры окружающей среды, возрастание дефицита пресной воды) вносят коррективы в фенологию, агробиологию, метаболизм виноградного растения, что отражается на качестве урожая и вин, вплоть до трансформации их стиля [9-14]. С этих позиций использование крымских автохтонных сортов винограда, отличающихся способностью расти и плодоносить на глинистых почвах с сильным хлоридно-сульфатным засолением, повышенной адаптационной устойчивостью к жаркому засушливому климату [1], может стать решением глобальных вызовов, стоящих перед виноградарями и виноделами. Успех зависит от получения новых знаний о взаимосвязи природных условий возделывания винограда и характеристик урожая и винопродукции. Apesi et al. [15] подчеркивают явный терруарный эффект в формировании уникального профиля метаболитов винограда, который сохраняется в течение нескольких урожаев и характеризует виноградник.

Отклик виноградного растения на воздействие климатических факторов проявляется в динамике первичных метаболитов растительной клетки – сахаров, органических кислот, ферментов, а среди вторичных метаболитов – фенольных компонентов [16]. Высокий уровень инсоляции растений, темпе-

ратур окружающей среды, дефицит влаги приводят к увеличению содержания в винограде флавоноидов и снижению некоторых антоцианов [17-21]; низкие ночные температуры способствуют превалярованию яблочной кислоты в комплексе органических кислот [16, 20, 22]; годовой температурный фактор коррелирует с оксидазной активностью винограда красных сортов [23]. Изменчивость компонентного состава и биохимических свойств винограда под воздействием природных факторов определяется его видовой и сортовой принадлежностью [4, 24]. Фенольные соединения, органические кислоты, оксидазы винограда играют важную роль в формировании качества вина как компоненты, участвующие в окислительно-восстановительных процессах и в сложении цветовой гаммы и вкуса вин, их антиоксидантной активности [24-27].

Цель настоящей работы – оценка влияния агроэкологических условий произрастания на формирование углеводно-кислотного и фенольного комплексов, оксидазной активности в ягодах и винах сорта Кокур белый.

Материалы и методы исследования

Базой для проведения исследований являлись промышленные виноградники сорта Кокур белый, расположенные вблизи с. Морское, с. Приветное, с. Солнечная долина в горно-долинном приморском районе Южнобережной зоны Крыма [28]. Виноградники различаются морфометрическими параметрами рельефа, близостью к морю. Применяемые агротехнологии соответствуют технологической карте района.

Агроэкологические ресурсы виноградников оценивали по параметрам: сумма температур выше 10°C ($\Sigma T^{\circ}C10$) и выше 20°C ($\Sigma T^{\circ}C20$) за вегетационный период, индекс Хуглина, индекс Уинклера, средняя температура в сентябре ($t_{\text{сент}}$) и за вегетационный период ($t_{\text{вер}}$), количество осадков за год, вегетационный период и сентябрь, гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) [29]. Расчет агроэкологических параметров в точке расположения виноградников осуществляли методом геоинформационного моделирования с использованием многолетних данных сети стационарных метеостанций Крымского полуострова за 2016-2021 гг., цифровых моделей рельефа SRTM-3 и ASTER GDEM, глобальной климатической модели Worldclim ver. 2.0 и разработанных математических моделей, отражающих закономерности пространственного варьирования климатических показателей [30-31].

Отбор проб (не менее 10 кг) винограда урожая 2016-2021 гг. осуществляли в период промышленного сбора [32]. Образцы вин вырабатывали в условиях микровиноделия по схеме: анализ винограда → дробление винограда на дробилке валкового типа → прессование мезги на корзиночном прессе → сульфитация (75-80 мг SO₂/дм³) и осветление сусла отстаиванием при температуре 10±2°C → брожение сусла на культуре дрожжей Феодосия 1-19 из Коллекции микроорганизмов виноделия «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» с ограниченным доступом воздуха при температуре 22±2°C → самоосветление виноматери-

алов, декантация и анализ вин.

Суммарную концентрацию фенольных компонентов в сусле измеряли сразу после дробления винограда (ФВ0), после 4-часового настаивания мезги при $20 \pm 2^\circ\text{C}$ (ФВ4) и после термостатирования мезги при 70°C в течение 30 мин. (ТЗФВ – технологический запас фенольных веществ) колориметрическим методом [32]. Содержание сахаров, титруемых кислот, рН, объемную долю этилового спирта в объектах исследований определяли по методикам, изложенным в [33]. Монофенолмоноксигеназную активность (МФМО) оценивали в свежеежатом сусле колориметрическим методом по скорости окисления пирокатехина.

Анализ фенольного комплекса структурных частей ягоды (семена, кожица, мякоть) и вина проводили методом ВЭЖХ. Компоненты экстрагировали из гомогенизированных структурных частей ягоды и вина экстрагентом: $1 \text{ см}^3 \text{ HCl} / 100 \text{ см}^3 \text{ CH}_3\text{OH}$ – в соотношении 1:3 [35]. Разделение фенольных соединений проводили на хроматографе Shimadzu LC 20 Prominence с диодно-матричным детектором ультрафиолетового и видимого диапазона: колонка Nucleosil C18 AB (Macherey-Nagel, Germany), длиной 250 мм, диаметром 2 мм, размером пор 100 Å. Элюирование проводили в градиентном режиме увеличения доли раствора Б (смесь $\text{AcCN}:\text{MeOH}:\text{H}_2\text{O}$ в соотношении 40:40:20, рН 2,5) в смеси с раствором А (водный раствор HClO_4 , рН 1,8) в течение 80 мин.; детектирование – при длинах волн: 280 нм – для галловой кислоты, флаван-3-олов и процианидинов; 313 нм – для оксикоричных кислот; 360 нм – для кверцетина; идентификацию веществ – путем сравнения их спектральных характеристик и времени удерживания со стандартами.

Экспериментальные данные обрабатывали методами дисперсионного (ANOVA), дискриминационного и корреляционного анализа (программа Statistica 10). Сравнение количественных признаков в независимых подгруппах проводили с помощью U-критерия Mann-Whitney; информативность дискриминантных переменных оценивали по Wilks L. для точки значимости $\alpha < 0,05$. Общее количество образцов винограда составляло 36, вин – 40, в том числе исследованных методом ВЭЖХ – по 13 образцов. Анализы проводили в 2-3-кратной повторности. В таблицах и тексте приведены среднеарифметические величины показателей \pm стандартное отклонение единичного результата.

Результаты и их обсуждение

С использованием методов геоинформационного и математического моделирования были определены климатические параметры исследуемых виноградников сорта Кокур белый в 6-летней ретроспективе. Статистический анализ данных, представленных в табл. 1, показал превалирование года в дисперсии па-

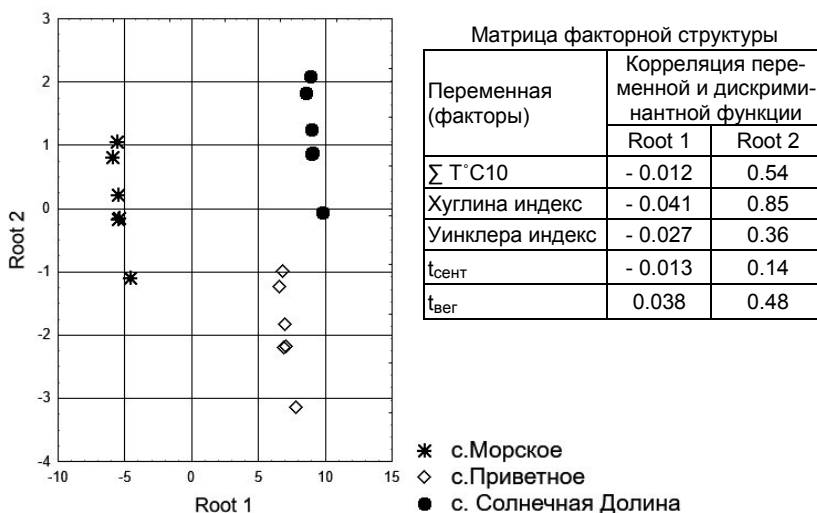


Рис. Диаграмма, отражающая различия виноградников по теплообеспеченности, и факторная структура дискриминантных функций
Fig. Diagram reflecting the differences in vineyards in terms of heat provision, and the factor structure of discriminant functions

раметров тепло ($\alpha \leq 0,008$) – и влагообеспеченности ($\alpha \leq 0,0000001$) виноградников над их географическим положением. Это связано с близостью географических координат территорий. Тем не менее, вследствие отличий орографических и гидрологических характеристик, при совокупном учете параметров $\Sigma T^\circ\text{C}10$, индекс Хуглина, индекс Уинклера, средняя температура в сентябре и в вегетационный период виноградники дискриминируются по теплоресурсам: Wilks L.=0,004 при $\alpha < 0,00001$. На рис. представлена диаграмма рассеяния виноградников по указанным

Таблица 1. Климатические параметры виноградников, расположенных в различных географических объектах
Table 1. Climatic parameters of vineyards located in various geographical areas

Параметры	Значения*		
	с. Морское	с. Приветное	с. Солнечная Долина
$\Sigma T^\circ\text{C}10, ^\circ\text{C}$	4338 ± 172 4139-4573	3984 ± 173 3785-4219	4246 ± 172 4047-4481
$\Sigma T^\circ\text{C}20, ^\circ\text{C}$	2559 ± 186 2326-2868	2400 ± 186 2167-2709	2434 ± 186 2201-2743
Хуглина индекс	2744 ± 165 2496-2986	2513 ± 169 2265-2755	2782 ± 165 2534-3024
Уинклера индекс	2100 ± 156 1905-2353	1930 ± 156 1735-2183	2052 ± 156 1857-2305
Средняя температура в сентябре, $^\circ\text{C}$	$20,5 \pm 1,4$ 18,2-22,6	$20,1 \pm 1,4$ 17,8-22,2	$20,2 \pm 1,4$ 17,9-22,3
Средняя температура за вегетационный период, $^\circ\text{C}$	$20,3 \pm 0,7$ 19,5-21,5	$20,0 \pm 0,7$ 19,2-21,2	$21,0 \pm 0,7$ 20,2-22,2
ГТК	$0,67 \pm 0,29$ 0,33-1,07	$0,77 \pm 0,29$ 0,43-1,17	$0,71 \pm 0,29$ 0,37-1,11
Годовое количество осадков, мм	427 ± 85 293-525	447 ± 89 306-549	439 ± 87 301-540
Количество осадков за вегетационный период, мм	238 ± 86 146-326	251 ± 91 154-343	246 ± 89 151-337
Количество осадков в сентябре, мм	$23,0 \pm 15,8$ 4,5-43,9	$23,6 \pm 16,2$ 4,6-45,0	$24,8 \pm 17,1$ 4,8-47,3

Примечание (табл. 1-2). *Числитель – среднеарифметическое значение \pm SD; знаменатель – диапазон

параметрам и матрица факторной структуры, из которых следует, что наибольшей теплообеспеченностью характеризовался виноградник с. Морское, наименьшей – с. Приветное (увеличение значений факторов по оси абсцисс – справа налево, по оси ординат – сверху вниз). Дифференциации виноградников по показателям влагообеспеченности и ГТК в годы исследований не выявлено.

Результаты анализа углеводно-кислотного, фенольного и оксидазного комплексов урожая винограда с исследуемых виноградников и их статистическая обработка представлены в табл. 2. Установлено, что урожай дифференцировался ($Wilks L.=0,006$ при $\alpha < 0,004$) по территориям при учете показателей: активная кислотность и монофенолмонооксигеназная активность сусла, доля фенольных веществ в сусле относительно технологического запаса компонентов в винограде (ФВ0/ТЗФВ). Величины показателей ФВ0/ТЗФВ и МФМО увеличиваются в ряду с. Приветное (34 ± 2 % и $9,4 \pm 2,5$ ед., соответственно) < с. Морское < с. Солнечная Долина (38 ± 17 % и $14,6 \pm 8,8$ ед.), рН – в ряду с. Приветное ($3,25 \pm 0,09$) < с. Солнечная Долина < с. Морское ($3,51 \pm 0,11$). Выявленные различия винограда из разных мест произрастания не связаны с уровнем накопления сахаров в ягодах, среднее содержание которых составляло $208-222$ г/дм³. Дисперсия технологического запаса фенольных веществ, содержания титруемых кислот в винограде в большей степени обусловлена годом урожая ($\alpha=0,0028$ и $\alpha=0,017$, соответственно), чем территорией произрастания.

Сопоставление агроклиматических параметров виноградников и показателей урожая выявило в имеющемся массиве данных следующие взаимосвязи ($r=0,54-0,84$ / при $\alpha < 0,05$). Уровень накопления сахаров в ягодах Кокур белый прямо коррелировал с индексом Уинклера и $t_{\text{верг}}$ технологического запаса фенольных веществ – с $\Sigma T^{\circ}C10$, $\Sigma T^{\circ}C20$ и $t_{\text{верг}}$. С этими

же агроклиматическими параметрами, но с отрицательным знаком и более высокими коэффициентами коррелировал показатель ФВ0/ТЗФВ. Содержание титруемых кислот обратно взаимосвязано с индексом Уинклера и Хуглина; прямо – с количеством осадков за вегетационный период. Напротив, величина активной кислотности сусла винограда прямо коррелировала с $\Sigma T^{\circ}C10$ и индексом Уинклера. Прямая взаимосвязь выявлена между МФМО-активностью сусла и параметрами теплообеспеченности: $\Sigma T^{\circ}C10$, средняя температура в сентябре и за вегетационный период.

Обобщение вышеизложенного доказывает, что выявленные отличия урожая Кокур белый с различных виноградников по показателям рН, МФМО и ФВ0/ТЗФВ являются следствием различной теплообеспеченности территорий. При этом дифференцирующие показатели отражают технологические свойства винограда и влияют на формирование качества вина, являясь участниками и регуляторами окислительно-восстановительных процессов в технологическом цикле [25, 36]. Так, показатель ФВ0/ТЗФВ определяется не только фенольными соединениями сока ягод, но и компонентами семян и кожицы, переходящими в сусло при дроблении и/или прессовании ягод, а показатель ФВ4/ФВ0 (см. табл. 2) – при 4- часовом настаивании мезги. Экстрагирование компонентов зависит от уровня полимеризации процианидинов семян, утончения клеточных стенок кожицы ягод за счет гидролиза пектина и ксилоглюкана, а их аккумуляция в сусле – в значительной мере от активности оксидаз винограда, активирующих окислительную полимеризацию, конденсацию и седиментацию фенольных компонентов [37]. В результате урожай из с. Приветное, отличающийся наименьшими значениями ФВ0/ТЗФВ и МФМО, характеризовался наибольшим значением показателя ФВ4/ФВ0: в среднем на 8 % по сравнению с виноградом с других территорий. Рекомендуемые значения МФМО-активности винограда для производства белых вин – менее 0,070 ед., рН – 2,8-3,5 [32]. Как следует из данных табл. 2, рН в винограде из с. Морское и с. Солнечная Долина во многих, а МФМО – во всех случаях превышали рекомендуемые значения. Это требует корректировки условий и режимов проведения технологических операций при производстве вин, включая снижение риска обогащения сусла и вина реакционноспособными мономерными и димерными фенольными компонентами семян и кожицы винограда.

В этой связи нами проанализировано содержание мономерных фенольных компонентов и процианидинов в структурных частях ягод Кокур белый урожая 2020 – 2021 гг., полученного на исследуемых виноградниках. Были идентифицированы фенолокислоты – галловая и кафтаровая, флавонолы – кверцетин и кверцетин-3-О-β-гликозид, флаван-3-олы – (+)-D-катехин и (-)-эпикатехин, процианидины В1-В4. Анализ данных, представленных в табл. 3, показал, что содержание мономерных фенольных компонентов в мякоти и кожице винограда из с. Мор-

Таблица 2. Физико-химические и биохимические показатели сорта винограда Кокур белый, полученного на различных виноградниках

Table 2. Physicochemical and biochemical indicators of 'Kokur Belyi' grape variety from various vineyards

Параметры	Значения*		
	с. Морское	с. Приветное	с. Солнечная Долина
Массовая концентрация, г/дм ³ сахаров	222 ± 13 207-231	208 ± 40 180-236	221 ± 24 191-252
титруемых кислот	$5,7 \pm 0,9$ 4,8-6,5	$6,0 \pm 0,04$ 5,9-6,0	$5,3 \pm 0,9$ 4,2-6,5
Активная кислотность (рН)	$3,51 \pm 0,11$ 3,39-3,61	$3,25 \pm 0,09$ 3,19-3,32	$3,49 \pm 0,10$ 3,38-3,60
ТЗФВ, мг/дм ³	1104 ± 395 688-1475	1105 ± 334 869-1342	1393 ± 568 1004-2371
ФВ0/ТЗФВ, %	36 ± 10 28-47	34 ± 2 33-36	38 ± 17 9-53
ФВ4/ФВ0, %	$146 \pm 6,0$ 141-153	155 ± 36 120-209	139 ± 66 86-233
МФМО x 102, ед.	$13,8 \pm 0,2$ 13,6-13,9	$9,4 \pm 2,5$ 6,2-12,5	$14,6 \pm 8,8$ 7,1-24,3

ское было наименьшим, составляя в среднем $20,5 \pm 2,8$ мг/кг и $46,4 \pm 5,1$ мг/кг, соответственно. В фенольном комплексе кожицы винограда из с. Солнечная Долина преобладали флаван-3-олы (54 %) и флавонолы (21 %): по сравнению с виноградом из с. Приветное и с. Морское содержание флаван-3-олов было больше в 1,8 и 4,4 раза, флавонолов – в 2,9 и 7,1 раза. Виноград из с. Приветное отличался от образцов с других виноградников в среднем в 2 раза большим содержанием флаван-3-олов в мякоти. Значимой разницы в содержании фенолокислот в мякоти и кожице винограда в зависимости от места его произрастания не выявлено. Среди структурных элементов ягоды семена наиболее обогащены мономерными и димерными фенольными соединениями: 1603,7 (с. Приветное) – 1748,2 (с. Морское) мг/кг. Содержание процианидинов В1-В4 в семенах винограда по территориям его произрастания увеличивалось в ряду с. Солнечная Долина → с. Приветное → с. Морское, а их доля в фенольном комплексе снижалась от 50 % в образцах из с. Приветное и с. Морское до 16 % – из с. Солнечная Долина. Напротив, содержание флаван-3-олов и фенолокислот в семенах винограда из с. Солнечная Долина превосходило ($\alpha < 0,0002$) таковое в винограде с других территорий в среднем в 1,2 и 1,4 раза, соответственно.

Выявлено, что повышение теплообеспеченности виноградников по параметрам $\Sigma T^{\circ} C10$, $\Sigma T^{\circ} C20$, индексу Уинклера, средней температуре в сентябре и за вегетационный период сопровождалось ($\alpha < 0,05$) увеличением содержания кафтаровой кислоты, флавонолов, (+)-D-катехина и процианидинов В4 в семенах винограда ($r = 0,86-0,99$) и снижением содержания фенолокислот (в наибольшей степени – галловой), флаван-3-олов, процианидинов В3 в кожице и мякоти ($r = -(0,82-0,95)$). Представленные взаимосвязи можно прокомментировать следующим образом. Высокий уровень теплообеспеченности виноградников обуславливал накопление мономерных и димерных фенольных компонентов в ягодах винограда Кокур белый, особенно в семенах. В работах [37, 38] показано, что биосинтез флаван-3-олов, процианидинов, фенолокислот в винограде завершается, в основном, к началу его созревания и в дальнейшем происходит их окислительная полимеризация. При этом крымские автохтонные сорта по сравнению с классическими сортами характеризуется более интенсивной динамикой компонентов [4]. Настоящие исследования демонстрируют, что с увеличением теплообеспеченности виноградников интенсифицировались процессы окислительного преобразования компонентов, приведшие к снижению их содержания, наиболее явному в кожице и мякоти. Разнонаправленность теплового воздействия на формирование фенольного комплекса

Таблица 3. Содержание*, мг/кг фенольных компонентов в кожице, семенах и мякоти ягод с различных виноградников

Table 3. The content*, mg/kg of phenolic components in skins, seeds and pulp of berries from various vineyards

Фенольные компоненты	с. Морское			с. Приветное			с. Солнечная Долина		
	кожица	семена	мякоть	кожица	семена	мякоть	кожица	семена	мякоть
Фенолокислоты	17,0	38,5	8,8	23,2	36,7	10,6	21,1	54,3	8,5
Флавонолы	5,8	27,6	1,2	14,0	19,7	10,1	41,2	25,1	9,1
Флаван-3-олы	23,6	809,3	10,5	58,1	751,7	20,9	104,3	950,4	12,1
Процианидины В1-В4	49,1	872,8	13,1	54,1	795,6	11,6	27,3	669,3	12,4

Примечание (табл.3-4). *Среднеарифметическое значение; стандартное отклонение для всех виноградников в каждый год исследований менее 9 %, при учете 2-х годовичных данных – менее 17 %

Таблица 4. Содержание*, мг/дм³ фенольных компонентов в винах из винограда Кокур белый, полученного на разных виноградниках

Table 4. The content*, mg/dm³ of phenolic components in wines of 'Kokur Belyi' grapes from various vineyards

Фенольные компоненты	с. Морское	с. Приветное	с. Солнечная Долина
Фенолокислоты			
Галловая кислота	4,1	6,3	43,9
Кафтаровая кислота	74,7	161,8	197,4
Флавонолы			
Кверцетин	2,1	2,9	3,2
Кверцетин-3-О-β-D-гликозид	0,4	0,9	1,9
Флаван-3-олы			
(+)-D-Катехин	7,8	11,3	16,0
(-)-Эпикатехин	20,1	80,4	20,1
Процианидины			
В1: эпикатехин-4→8-катехин	6,2	19,9	11,0
В2: эпикатехин-4→8-эпикатехин	46,9	28,8	22,5
В3: катехин-4→8-катехин	9,8	17,6	22,4
В4: катехин-4→8-эпикатехин	6,2	21,1	24,6

ягод привела к тому, что в кожице и мякоти винограда из с. Морское, наиболее теплообеспеченного в годы наблюдений, содержание мономерных фенольных компонентов было наименьшим, а содержание процианидинов в семенах – наибольшим по сравнению с виноградом с других территорий. В то же время относительно высокое содержание мономерных фенольных компонентов в кожице и семенах винограда из с. Солнечная Долина может явиться причиной излишнего обогащения ими сусла и вина в процессе виноделия.

Вышеизложенные комментарии согласуются с результатами анализа фенольного комплекса молодых вин, представленными в табл. 4. Данные демонстрируют наименьшее ($178,2 \pm 19,9$ мг/дм³) содержание моно- и димерных фенольных соединений в винах из винограда с. Морское при наибольшей доле (39 ± 3 %) процианидинов В1-В4 среди анализируемых вин, что свидетельствует об интенсивности окислительной полимеризации компонентов еще на стадии созревания

ния винограда. Концентрация компонентов в винах из с. Приветное и с. Солнечная Долина была в среднем в 2 раза больше. В фенольном комплексе всех вин преобладали фенолокислоты (в основном галловая кислота): 44-67 %. Концентрация фенольных кислот в винах из с. Солнечная Долина достигала $241,3 \pm 16,4$ мг/дм³ и превышала таковую в винах из с. Приветное и с. Морское в 1,4 и 3,1 раза. Это, вероятно, является следствием относительно высокого содержания компонентов в семенах винограда из с. Солнечная Долина. Наибольшее содержание флаван-3-олов, как в процентном ($26 \pm 5\%$), так и в количественном ($91,7 \pm 17,6$ мг/дм³) выражении наблюдалось в винах из с. Приветное: их концентрация превосходила таковую в других винах в среднем в 2,9 раза. Одним из факторов накопления флаван-3-олов в винах из с. Приветное является относительно слабая МФМО активность в винограде. Напротив, низкий уровень флаван-3-олов ($36,1 \pm 3,8$ мг/дм³) в винах из винограда с. Солнечная Долина, содержащего наибольшее количество компонентов в семенах и кожице, объясним высокой МФМО-активностью винограда, повлекшей окислительную полимеризацию наиболее лабильной фракции фенольных соединений при его переработке.

В целом приведенные данные свидетельствуют, что теплообеспеченность территорий произрастания винограда сорта Кокур белый в значительной мере обуславливает накопление фенольных компонентов в структурных элементах ягод и интенсивность их преобразований как при созревании винограда, так и ходе его переработки. Это приводит к значимым отличиям фенольного комплекса молодых вин, полученных с разных виноградников.

Содержание этилового спирта в образцах вин составляло 9,2-14,0 % об., рН – от 3,14 до 3,36. Вина из с. Солнечная Долина отличались ($\alpha < 0,05$) от других вин в 1,2 раза меньшим содержанием титруемых кислот ($6,0 \pm 0,8$ г/дм³).

Совокупность различий фенольного, оксидазного и кислотного комплексов винограда Кокур белый и вин, полученных с разных виноградников, привело к отличиям сенсорных характеристик вин. Все образцы вин характеризовались сортовым ароматом и вкусом фруктового направления с оттенками пряных трав и меда. При этом вина из с. Приветное отличались светло-соломенным цветом, облегченным вкусом, умеренным ароматом; вина из с. Солнечная Долина – как правило, темно-соломенным цветом, полнотой вкуса, с легкими тонами окисленности. Независимо от места произрастания винограда образцы вин хорошо оценены дегустаторами: $7,71 \pm 0,08$ балла (по 8-балльной оценке 10-балльной шкалы). Это свидетельствует о возможности получения из винограда Кокур белый сухих вин разного стиля в зависимости от тепловых ресурсов территорий его произрастания.

Выводы

В результате исследований климатических условий трёх виноградников сорта Кокур белый, физико-химических характеристик и качества винограда и вин установлено следующее. Виноградники разли-

чались ($Wilks L = 0,004$ при $\alpha < 0,00001$) по теплоресурсам в ряду с. Приветное < с. Солнечная Долина < с. Морское. Повышение теплообеспеченности территорий сопровождалось ($\alpha < 0,05$), с одной стороны, накоплением сахаров в ягодах, фенолокислот, флавонолов, флаван-3-олов и процианидинов в семенах винограда, повышением рН и МФМО активности суслу; с другой стороны, способствовало окислительной полимеризации фенольных компонентов при созревании винограда и в ходе его переработки, приводящей к снижению содержания моно- и димерных компонентов в кожице и мякоти винограда, флаван-3-олов в винах. Наибольшее содержание процианидинов В1-В4 в семенах и наименьшее – мономерных компонентов в кожице и мякоти винограда и в винах определено в с. Морское. В с. Солнечная Долина виноград характеризовался самой высокой МФМО-активностью, наибольшим (по сравнению с другими образцами – в 1,2-7,1 раза) содержанием монофенолов в кожице и семенах, фенолокислот – в винах. Вина из с. Приветное отличались наибольшим содержанием флаван-3-олов. Вина обладали сортовым ароматом и вкусом; вина из с. Солнечная Долина отличались полнотой вкуса, темно-соломенным цветом; вина из с. Приветное – облегченным вкусом и светло-соломенным цветом. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности получения из винограда Кокур белый сухих вин разного стиля в зависимости от теплообеспеченности территорий.

Источник финансирования

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-016-00075.

Financing source

The research was funded by RFBR, in the framework of scientific project No. 20-016-00075.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Лиховской В.В., Волынкин В.А., Олейников Н.П., Васылык И.А. Агробиологическая и хозяйственная оценка крымских аборигенных сортов винограда // Проблемы развития АПК региона. 2016;25.1-1(25):44-49. Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Oleinikov N.P., Vasylyk I.A. Agrobiological and economic assessment of Crimean indigenous grape varieties. Development Problems of Regional Agro-industrial Complex. 2016;25.1-1(25):44-49 (in Russian).
2. Бейбулатов М.Р., Урденко Н.А., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Оценка потенциала аборигенных и местных сортов винограда для управления процессом формирования урожая // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;57(3):60-71. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-60-71. Beybulatov M., Urdenko N., Tikhomirova N., Buival R. Capacity assessment of aboriginal and local grapevine cultivars for managing harvest formation process. Fruit growing and viticulture in the South Russia. 2019;57(3):60-71. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-60-71 (in Russian).
3. Рюмшин А.В., Иванченко В.И., Булава А.Н. Состояние и перспективы развития виноградно-винодельче-

- ского комплекса Республики Крым // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;20(3):44-47.
- Ryumshin A.V., Ivanchenko V.I., Bulava A.N. The current state and prospects for the development of viticulture and winemaking in the Republic of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;20(3):44-47 (in Russian).
4. Ostroukhova E., Levchenko S., Volynkin V., Peskova I., Likhovskoi V., Probeigolova P., Vasylyk I., Polulyakh A. Chemical and technological features of native grape cultivars of Crimea. Chap. I in Book: *Vitis products composition, health benefits and economic valorization. Plant science research and practice*. A.M.Jordão, R.V. Botelho. New York. 2021:17-55.
 5. Макаров А.С., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А. Технологическая оценка аборигенных белых сортов винограда в системе «виноград-виноматериал» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):252-259. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.014. Makarov A.S., Lutkov I.P., Shmigelskaya N.A., Maksimovskaya V.A. Technological assessment of native white grape varieties in the system «grapes-base wine». *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(3):252-259. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.014 (in Russian).
 6. Levchenko S.V., Vasylyk I., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V., Polulyakh A.A. Biological characteristics of native grape cultivars of Crimean region and availability of their use in breeding. *Grapes and Wine*. Open access peer-reviewed edited volume. London. 2022:83-106.
 7. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Применение метода многокритериальной оптимизации при проведении клоновой селекции сорта винограда Кокур белый // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;66(6):39-47. DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-39-47. Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. Application of the multi-criteria optimization method when conducting a clone breeding of Kokur Belyi grape variety. *Fruitgrowing and Viticulture of the South Russia*. 2020;66(6):39-47. DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-39-47 (in Russian).
 8. Drappier J., Thibon C., Rabot A., Geny-Denis L. Relationship between wine composition and temperature: Impact on Bordeaux wine typicity in the context of global warming. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017;59(8):1-17. DOI: 10.1080/10408398.2017.1355776.
 9. Jarvis C., Barlow E., Darbyshire R., Eckard R., Goodwin I. Relationship between viticultural climatic indices and grape maturity in Australia. *International Journal of Biometeorology*. 2017;61(10):1849-1862. DOI:10.1007/s00484-017-1370-9.
 10. Van Leeuwen C., Destrac-Irvine A., Dubernet M., Duchêne E., Gowdy M., Marguerit E., Pieri P., Parker A., de Rességuier L., Ollat N. An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. *Agronomy*. 2019;9(9):514. DOI 10.3390/agronomy9090514.
 11. Beauchet S., Cariou V., Renaud-Gentie C., Meunier M., Siret R., Thiollet-Scholtus M., Jourjon F. Modeling grape quality by multivariate analysis of viticulture practices, soil and climate. *OENO One*. 2020;54(3):601-622. DOI 10.20870/oeno-one....1067.
 12. Rienth M., Lamy F., Schoenenberger P., Noll D., Lorenzini F., Viret, O., Zufferey V. A vine physiology-based terroir study in the AOC-Lavaux region in Switzerland. *OENO One*. 2020;54(4):863-880. DOI 10.20870/oeno-one.2020.54.4.3756.
 13. Rodrigues P., Pedroso V., Reis S., Yang Ch., Santos J.A. Climate change impacts on phenology and ripening of cv. Touriga Nacional in the Dão wine region, Portugal. *International Journal of Climatology*. April 2022. *International Journal of Climatology*. DOI 10.1002/joc.7633.
 14. Anesi A., Stocchero M., Dal Santo S. et al. Towards a scientific interpretation of the terroir concept: plasticity of the grape berry metabolome. *BMC Plant Biol*. 2015;15(191) DOI 10.1186/s12870-015-0584-4.
 15. Gouot J.C., Smith J.P., Holzappel B.P., Barril C. Impact of short temperature exposure of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz grapevine bunches on berry development, primary metabolism and tannin accumulation. *Environmental and Experimental Botany*. 2019;168:103866. DOI 10.1016/j.envexpbot.2019.103866.
 16. Villangó Sz., Pásti Gy., Kállay M., Leskó A., Balga I., Donkó A., Ladányi M., Pálfi Z., Zsófi Zs. Enhancing phenolic maturity of Syrah with the application of a new foliar spray. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2015;36(3):304-315.
 17. Pastore C., Dal Santo S., Zenoni S., Movahed N., Allegro G., Valentini G., Filippetti I. and Tornielli G.B. Whole plant temperature manipulation affects flavonoid metabolism and the transcriptome of grapevine berries. *Front Plant Sci*. 2017;8:929. DOI 10.3389/fpls.2017.00929.
 18. Savoi S., Wong D.C.J., Arapitsas P. et al. Transcriptome and metabolite profiling reveals that prolonged drought modulates the phenylpropanoid and terpenoid pathway in white grapes (*Vitis vinifera* L.). *BMC Plant Biol*. 2016;16:67 DOI 10.1186/s12870-016-0760-1.
 19. Del-Castillo-Alonso M.A., Castagna A., Csepregi K., Hideg E., Jakab G., Jansen M.A.K., Jug T., Llorens L., Mátai A., Martínez-Lüscher J., Monforte L., Neugart S., Olejnickova J., Ranieri A., Schödl-Hummel K., Schreiner M., Soriano G., Teszlák P., Tittmann S., Urban O., Verdaguer D., Zipoli G., Martínez-Abaigar J., Núñez Olivera E. Environmental factors correlated with the metabolite profile of *Vitis vinifera* cv. Pinot noir berry skins along a European Latitudinal Gradient. *J. Agric. Food Chem*. 2016;64:8722-8734. DOI 10.1021/acs.jafc.6b03272.
 20. Poni S., Gatti M., Palliotti A., Dai Z., Duchêne E., Truong T.T., Ferrara G., Matarrese A.M.S., Gallotta A., Bellincontro A., Mencarelli F., Tombesi S. Grapevine quality: a multiple choice issue. *Scientia Horticulturae*. 2018;234:445-462. DOI 10.1016/j.scienta.2017.12.035.
 21. Ostroukhova E.V., Rybalko E.A., Levchenko S.V., Boiko V.A., Belash D.Yu., Viugina M. Relationship between agro-ecological resources of vineyards and the anthocyanins complex in berries. *E3S Web of Conferences. International Conference on Efficient Production and Processing (ICEPP-2021)*. *E3S Web of Conferences 2021*;247:01013. DOI 10.1051/e3sconf/202124701013.
 22. Sweetman C., Sadras V., Hancock R., Soole K., Ford Ch. Metabolic effects of elevated temperature on organic acid degradation in ripening *Vitis vinifera* fruit. *Journal of Experimental Botany*. 2014;65(20):5975-5988. DOI 10.1093/jxb/eru343.
 23. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Рыбалко Е.А., Твардовская Л.Б. Влияние климатических факторов на технологические характеристики винограда красных сортов, произрастающих в различных регионах Республики Крым // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;2:28-31. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Rybalko E.A., Tvardovskaya L.B. The effect of climatic factors on the technological characteristics of red grape varieties cultivated in different regions of the republic of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;2:28-31 (in Russian).
 24. Popov M., Hejtmankova A., Kotikova Z., Stralkova R., Lachman J. Content of flavan-3-ol monomers and gallic acid in grape seeds by variety and year. *Vitis*. 2017;56(2):45-48. DOI 10.5073/vitis.2017;56:45-48.
 25. Danilewicz J. C. Role of tartaric and malic acids in wine oxidation. *J. Agric. Food Chem*. 2014;62:5149-5155. DOI 10.1021/jf5007402.
 26. Ren M., Wang X., Du G., Tian C., Zhang J., Song X.,

- Zhu D. Influence of different phenolic fractions on red wine astringency based on polyphenol/protein binding. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 2017;38(1):118-124. DOI 10.21548/38-1-129.
27. Vicente O., Boscaiu M. Flavonoids: Antioxidant Compounds for Plant Defence and for a Healthy Human Diet. *Not Bot Horti Agrobo.* 2018;46(1):14-21. DOI 10.15835/nbha45210992.
28. Дикань А.П., Вильчинский В.Ф., Верновский Э.А., Заяц И.Я. Виноградарство Крыма. Пособие. Симферополь: Бизнес-Информ. 2001:1-408.
Dikan A.P., Vilchinskiy V.F., Vernovskiy E.A. Viticulture of Crimea. Simferopol: Business-Inform. 2001:1-408 (in Russian).
29. Рыбалко Е.А. Климатические индексы в виноградарстве // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(1):26-28. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.005.
Rybalco E.A. Climatic indices in viticulture. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(1):26-28. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.005 (in Russian).
30. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Закономерности пространственного варьирования индекса Хуглина в условиях Крымского полуострова // Виноделие и виноградарство. 2020;22(1):18-23.
Rybalco E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Patterns of the spatial variation of Huglin index in the conditions of the Crimean Peninsula. *Winemaking and Viticulture.* 2020;22(1):18-23 (in Russian).
31. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Исследование закономерностей пространственного варьирования средней температуры воздуха за вегетационный период на территории Крымского полуострова // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(2):120-124. DOI 10.35547/IM.2020.22.2.007.
Rybalco E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Study of laws of spatial variation of the mean air temperature for the growing season on the territory of the Crimean Peninsula. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2020;22(2):120-124. DOI 10.35547/IM.2020.22.2.007 (in Russian).
32. Методы технохимического контроля в виноделии / Под ред. В. Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида. 2009:1-303.
Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. Simferopol: Tavrida. 2009:1-303 (in Russian).
33. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. O.I.V. Paris. 2021. <http://www.oiv.int/>.
34. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Исследование динамики и составление прогноза пространственного распределения теплообеспеченности территории Крымского полуострова // Системы контроля окружающей среды. 2019;3(37):96-101. DOI 10.33075/2220-5861-2019-3-96-101.
Rybalco E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Research of the dynamics and development of the spatial distribution forecast of heat supply of the Crimean Peninsula. *Environmental control system.* 2019;3(37):96-101. DOI 10.33075/2220-5861-2019-3-96-101 (in Russian).
35. Аппазова Н.Н., Бойко В.А., Сластия Е.А., Модонкаева А.Э. К вопросу оптимизации пробоподготовки и метода анализа биологически активных веществ фенольной природы столового винограда // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2011;103:113-116.
Appazova N.N., Boyko V.A., Slastia E.A., Modonkaeva A.E. To the question of optimization of samples preparation and method of analysis of biological-active substances of phenol nature in grapes. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden.* 2011;103:113-116 (in Russian).
36. Vivas N. Les oxydations et les réductions dans les moûts et les vins. Nicolas Vivas. Bordeaux: Editions Feret. 2002:1-164.
37. Fournand D., Vicens A., Sidhoum L., Souquet J.-M., Moutounet M., Cheynier V. Accumulation and extractability of grape skin tannins and anthocyanins at different advanced physiological stages. *J. Agric. Food Chem.* 2006;54:7331-7338. DOI 10.1021/jf061467h.
38. Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environments. *International Journal of Molecular Sciences.* 2013;14:18711-18739. DOI 10.3390/ijms140918711.

Информация об авторах

Елена Викторовна Остроухова, д-р техн. наук, гл. науч. сотр. лаборатории тихих вин; e-мэйл: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0638-9187>;

Евгений Александрович Рыбалко, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. сектора агроэкологии; e-мэйл: rybalco_ye_a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4579-3505>;

Ирина Валериевна Пескова, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории тихих вин; e-мэйл: yarinka-73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5107-518X>;

Наталья Валентиновна Баранова, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. сектора агроэкологии; e-мэйл: natali.v.0468@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2588-360X>;

Светлана Валентиновна Левченко, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории хранения винограда; e-мэйл: svelevchenko@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5423-052>;

Наталья Юрьевна Луткова, мл. науч. сотр. лаборатории тихих вин; e-мэйл: lutkova1975@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8126-7596>;

Александр Вадимович Романов, инженер лаборатории хранения винограда; e-мэйл: cod7-4orever@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9999-2657>;

Владимир Александрович Бойко, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории хранения винограда; e-мэйл: vovhim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2401-7531>;

Оксана Юрьевна Евстафьева, вед. инженер лаборатории тихих вин.

Information about authors

Elena V. Ostroukhova, Dr. Techn. Sci., Chief Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: elenostroukh@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0638-9187>;

Evgeniy A. Rybalko, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Agroecology Sector; e-mail: rybalko_ye_a@mail.ru; <https://orcid.org/00000002-4579-3505>;

Irina V. Peskova, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: yarinka-73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5107-518X>;

Natalia V. Baranova, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Agroecology Sector; e-mail: natali.v.0468@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2588-360X>;

Svetlana V. Levchenko, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Grape Storage; e-mail: svelevchenko@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5423-052>;

Natalia Yu. Lutkova, Junior Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: lutkova1975@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8126-7596>;

Aleksandr V. Romanov, Engineer, Laboratory of Grape Storage; e-mail: cod7-4orever@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9999-2657>;

Vladimir A. Boiko, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Grape Storage; e-mail: vovhim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2401-7531>;

Oksana Yu. Evstafyeva, Leading Engineer, Still Wines Laboratory.

Статья поступила в редакцию 22.08.2022, одобрена после рецензии 26.08.2022, принята к публикации 30.08.2022.

Обоснование основных направлений разработки энерго-сберегающей установки для обработки виноматериалов против кристаллических помутнений

Сильвестров А.В.^{1✉}, Загоруйко В.А.¹, Чаплыгина Н.Б.¹, Мишунова Л.А.¹, Феодосиди К.Ф.²

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

²ООО «Завод марочных вин «Коктебель», Республика Крым, пгт Коктебель, ул. Юнге, 1

✉ asilvestr12@mail.ru

Аннотация. Результаты многочисленных исследований в области стабилизации винодельческой продукции, как и статистические данные, указывают на то, что нарушение розливостойкости вин вызвано в большинстве случаев (около 80%) образованием кристаллических осадков, состоящих из солей винной кислоты. Для предупреждения кристаллических помутнений винодельческой продукции рекомендованы способы обработки виноматериала, которые основаны на ингибировании кристаллизации виннокислых солей, повышение их растворимости или частичным их удалением из обрабатываемого продукта. Это внесение в винную среду препаратов на основе метавинной и лимонной кислот, карбоксиметилцеллюлозы, полиаспартата, маннопротеинов, обработка гексаметафосфатом, гуммиарабиком, трилоном Б, природными цеолитами и др., применение ионообмена, электродиализа, обратного осмоса, ультразвука, гиперфильтрации, обработка холодом. В настоящее время технологически наиболее приемлемым является способ обработки холодом, который улучшает органолептические свойства обрабатываемого продукта, способствует его гармонизации. На основе этой технологии на мировом рынке предлагается большой выбор промышленно освоенных установок для ускоренной обработки вин против кристаллических помутнений. Эти установки отличаются высокой стоимостью и энергетическими затратами. В целом они состоят из холодильного оборудования и изотермических аппаратов – кристаллизаторов и делятся на «шоковые», использующие максимально низкие температуры обработки виноматериалов, и «контактные», использующие затравочные кристаллы битартрата калия. Эффективность процесса обработки повышается, а энергопотребление снижается при внесении затравочных кристаллов битартрата калия. Также эффективность работы установки зависит от конструкции кристаллизатора. Поэтому исследования по созданию энергосберегающей установки для стабилизации виноматериалов холодом должны быть направлены на разработку эффективного кристаллизатора, что требует дальнейшего изучения гидродинамики данного аппарата и разработки его высокоэффективной изоляционной конструкции.

Ключевые слова: виноматериалы; стабильность; кристаллическая дестабилизация; обработка; способы; холод; технология; установка; кристаллизатор.

Для цитирования: Сильвестров А.В., Загоруйко В.А., Чаплыгина Н.Б., Мишунова Л.А., Феодосиди К.Ф. Обоснование основных направлений разработки энерго-сберегающей установки для обработки виноматериалов против кристаллических помутнений // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):286-296. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.013.

Substantiation of main directions to develop energy-saving installation for processing base wines against crystalline haze

Silvestrov A.V.^{1✉}, Zagorouiko V.A.¹, Chaplygina N.B.¹, Mishunova L.A.¹, Feodosidi K.F.²

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

²LLC Plant of vintage wines "Koktebel", Republic of Crimea, 1 Yunge str., Koktebel, Republic of Crimea, Russia

✉ asilvestr12@mail.ru

Abstract. The results of numerous studies in the field of stabilizing wine products, as well as statistical data, indicate that the violation of bottling stability of wines in most cases (about 80%) is caused by the formation of crystalline sediments consisting of tartaric acid salts. To prevent crystalline haze of wine products, methods of processing base wines are recommended. They are based on inhibition of crystallization of tartrate salts or their partial removal from the processing product to increase the solubility. This is the introduction of preparations based on metatartaric and citric acids, carboxymethylcellulose, polyaspartate, mannoproteins into the wine environment, treatment with hexametaphosphate, gum arabic, Trilon B, natural zeolites, etc., the use of ion exchange, electrodiagnosis, reverse osmosis, ultrasound, hyperfiltration, cold processing. Currently, the most technologically acceptable method is cold processing, which improves organoleptic properties of the processed product and contributes to its balancing. On the basis of this technology, a variety of industrially developed installations for accelerated processing of wines against crystalline haze is offered in the world market. These installations are characterized by high cost and energy expenses. In general, they consist of refrigeration equipment and isothermal devices – crystallizers. They are divided into "shocking" (using the lowest possible temperatures for processing base wines) and "contacting" (using seed crystals of potassium bitartrate). Process efficiency is increasing and energy consumption is decreasing by adding potassium bitartrate seed crystals. Also, the efficiency of installation device depends on the design of crystallizer. Therefore, the research on creation of energy-saving installation device for base wine stabilization by cold should be directed to the development of effective crystallizer, which requires further study of hydrodynamics of this apparatus and development of its highly efficient isolation design.

Key words: base wines; stability; crystalline destabilization; processing; methods; cold; technology; installation; crystallizer.

For citation: Silvestrov A.V., Zagorouiko V.A., Chaplygina N.B., Mishunova L.A., Feodosidi K.F. Substantiation of main directions to develop energy-saving installation for processing base wines against crystalline haze. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):286-296. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.013 (in Russian).

Введение

Одним из обязательных требований к качеству винодельческой продукции является ее розливостойкость, что подразумевает отсутствие любого вида осадков и нарушений прозрачности, свидетельствующих о потере товарного вида. С целью обеспечения конкурентоспособности отечественных вин на внутреннем и мировом рынках необходимо довести срок гарантированной стабильности готовой продукции в экспортном исполнении на уровень не менее двух лет, а на внутреннем рынке – согласно требованиям действующих нормативных документов.

Изучением стабильности виноматериалов и вин занимались многие отечественные и зарубежные ученые: Г.Г. Валуйко, З.Н. Кишковский, Н.М. Павленко, В.И. Зинченко, В.А. Загоруйко, Виноградов В.А., Н.М. Агеева, В.Г. Гержилова, О.А. Чурсина, P. Dunsford, W. Postel, P. Ribereau-Gayon, Усселио-Томассет Л., G. Wurdig, T. Muller, E. Praszch и др. [1-13] Результаты их исследований, как и статистические данные, показывают, что нарушение розливостойкости вин вызвано в большинстве случаев до 80% [14] образованием кристаллических осадков, состоящих из солей винной кислоты. В основном этот осадок представлен калиевой, реже – кальциевой солью.

Целью данной работы является обобщение современных подходов и технических решений по достижению стабильности винодельческой продукции в отношении кристаллических помутнений для определения и обоснования основных направлений разработки энергосберегающей установки для обработки виноматериалов.

Результаты и их обсуждение

Основной причиной образования кристаллических осадков в винах является наступление состояния их перенасыщенности виннокислыми солями вследствие изменения химического состава при их обработке, выдержке и хранении.

По данным различных авторов массовая концентрация основных участников кристаллической дестабилизации вина – калия и винной кислоты, варьирует в широких пределах. Виноградные вина содержат концентрацию калия $0,1 \div 1,2$ г/л и винной кислоты $2 \div 5$ г/л [15].

В общем виде кинетика роста кристаллов солей винной кислоты в винноматериале описывается дифференциальным уравнением первого порядка

$$dC/d\tau = K \cdot D \cdot (C'' - C')S/\delta, \quad (1)$$

где $dC/d\tau$ – скорость изменения концентрации солей винной кислоты в винноматериале; K – коэффициент, учитывающий влияние внешнего воздействия; D – коэффициент диффузии молекул солей винной кислоты; S – суммарная поверхность образовавшихся кристаллов; δ – толщина диффузионного слоя на границе раздела фаз; C'' и C' – концентрация солей винной кислоты в перенасыщенном состоянии и в состоянии насыщения при данной температуре.

Анализ уравнения (1), описывающего процесс кристаллизации солей винной кислоты, показыва-

ет, что для сокращения продолжительности этого процесса можно использовать различные методы. В связи с этим в настоящее время для предупреждения кристаллических помутнений винодельческой продукции предложены и рекомендованы многие способы обработки виноматериалов, которые основаны, в том числе на ингибировании кристаллизации виннокислых солей, повышении их растворимости, частичном их удалении из обрабатываемого продукта. Это в том числе внесение препаратов на основе метавинной и лимонной кислот, карбоксиметилцеллюлозы, полиаспартата, искусственно выделенных маннопротеинов, обработка гексаметафосфатом, гуммиарабиком, трилоном Б, природными цеолитами и др. [16-18].

Метавинную кислоту – смесь полимеров винной кислоты натурального происхождения вносят в винноматериал в количестве 80–100 мг/л. Она адсорбируется на поверхности микрокристаллов солей винной кислоты и препятствует их росту. При температуре хранения вина 20°C и выше и температурных колебаниях ингибирующее действие метавинной кислоты не превышает 2-3 месяца, т.е. применение метавинной кислоты снижает риск образования кристаллических помутнений в винах на короткий период времени.

Для стабилизации вин против кристаллических помутнений МОВВ в принятой резолюции 2/2009 г. рекомендовала использовать натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). Максимально разрешенная доза КМЦ 10 г на 100 л винноматериала. Принцип действия КМЦ аналогичен метавинной кислоте – защитный коллоид, который откладывается на поверхности кристаллов солей винной кислоты, предотвращая их рост. В сильно перенасыщенном вине (температура насыщения калия больше чем 18°C) действие КМЦ ограничено и не может гарантироваться полная стабильность. Растворимость КМЦ в вине плохая и использование высоковязких растворов на предприятии приводит к трудностям при дозировке и мойке оборудования. Поэтому МОВВ рекомендует использование произведенных промышленным способом жидких продуктов КМЦ.

Полиаспартат калия – калиевая соль полиаспарагиновой кислоты, полученная в результате полимеризации L-аспарагиновой кислоты, которая входит в состав аминокислот винноматериала. Стабилизирующие свойства аналогичны со свойствами метавинной кислоты и карбоксиметилцеллюлозы. Максимально допустимая доза препарата 100 мг/л.

Маннопротеины получают из стенок клеток дрожжей. Эффект их применения с целью стабилизации винодельческой продукции нестойкий и зависит от типа вина.

Известно, что эффективность применения вышеперечисленных веществ зависит от условий хранения вина, в том числе температуры, типа вина, его физико-химического состава и др. Данные вещества проявляют должный защитный эффект только при незначительной исходной склонности вин к кристаллообразованию. Кроме того их использование может привести к появлению посторонних тонов в

аромате и вкусе обработанных вин, нарушению их гигиеничности.

Более широкое применение для стабилизации вин против кристаллических помутнений нашли физические способы, предусматривающие частичное удаление виннокислых солей из обрабатываемого продукта. Это установки с использованием ионообменных смол, электродиализа, обратного осмоса, ультразвука, гиперфильтрации, холода [19-23].

Ионообменные смолы содержат функциональные группы, способные к обмену одноименно заряженными ионами, и могут быть использованы для снижения содержания ионов K^+ и Ca^{2+} в вино материале. В виноделии применяются смолы, которые являются катионообменными, то есть они содержат отрицательно заряженные ионы (группы сульфокислот – SO_3H дают сильные обменные возможности, а карбоксильные группы – $COOH$ – слабые).

Как правило, стабилизация вино материалов ионообменными смолами финансово затратная и отрицательно влияет на органолептические показатели обработанных вин. Также применение ионообменных смол в виноделии нежелательно в связи с опасностью обогащения вин токсичными мономерами [20].

Электродиализная обработка вино материалов также снижает концентрацию в них ионов K^+ и Ca^{2+} и обеспечивает кристаллическую стабильность вина. Установка для электродиализа (ЭД) состоит из центральной ячейки, в которую помещают вино материал, обрабатываемый электродиализом. Центральная ячейка отделена от отсеков с анодом и катодом селективными мембранами. Когда вино материал попадает в электрическое поле, ионы движутся к соответствующему электроду. Анионы – битартрат и тартрат через анион проницаемую мембрану к аноду. Катионы – K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} к катоду через мембрану с катионной проницаемостью.

Однако ЭД также удаляет сульфатные соединения, что может повлиять на стабильность других компонентов вино материала и снизить его рН.

Проведенными исследованиями [23] по изучению влияния электродиализной обработки белых вино материалов из мускатных сортов винограда на степень удаления катионов металлов установлено, что в наибольшей степени устранению с помощью диализа подвергаются катионы аммония и кальция – 33,1 и 26,5% соответственно. Электродиализ способствует удалению 16,8–18,6% катионов натрия и магния. Меньше всего удаляется катионов калия – всего 2,8% от имеющегося в вино материале количества.

Основной недостаток электродиализа – значительная стоимость оборудования (сотни тысяч евро). Кроме того для обеспечения работы электродиализной установки требуется очень большой расход воды и специальные реактивы для регенерации ионоселективных мембран.

В целом, применение электродиализа, обратного осмоса, гиперфильтрации связано со значительными материальными и энергетическими затратами и приводит к снижению органолептической оценки вина [19].

Многочисленные исследования [1-15] и практический опыт показывают, что технологически наиболее приемлемым для стабилизации вин против кристаллических помутнений является способ обработки вино материалов холодом. Этот технологический прием носит универсальный характер и используется не только для устранения избыточного содержания солей винной кислоты, вызывающих кристаллические помутнения, но и для удаления высокомолекулярных веществ, вызывающих коллоидные помутнения вин.

Обработка холодом способствует гармонизации и смягчению вкуса вино материалов, интенсифицирует в них процессы, протекающие при длительной выдержке в естественных условиях. Поэтому многие машиностроительные фирмы уделяют внимание разработке технологического оборудования для осуществления данного процесса [19, 23-27]. Однако из всех технологических обработок, которым подвергается вино материал, обработка холодом является одной из самых дорогостоящих. По утверждению Хаубса [28], энергозатраты на процесс охлаждения в виноделии составляют до 60% общих расходов предприятия на электроэнергию.

В связи с этим актуальной является задача обеспечения необходимой стабильности винодельческой продукции с минимальными энергетическими затратами.

Анализ литературных данных по вышеуказанным вопросам показал, что непосредственное технологическое и экономическое влияние на процесс стабилизации вин холодом оказывает технический уровень и материальная оснащенность предприятия, а также технология проведения стабилизации вино материалов холодом.

Согласно классической технологии стабилизацию вин холодом осуществляют в результате охлаждения вино материала на холодильной установке до необходимой температуры, экспозиции в термоизолированных условиях с последующей фильтрацией при температуре охлаждения.

Как показали исследования, эффективность обработки вино материалов при такой технологии напрямую зависит от подготовки вино материала к обработке, его физико-химического состава, отсутствию защитных коллоидов к которым относятся высокомолекулярные вещества вино материала: полисахариды, фенольные вещества, белки, маннопротеины дрожжевых клеток. Известно, что коллоиды вина образуют пространственно разветвленную структуру, в которой «зависают» кристаллы солей винной кислоты, что препятствует их седиментации. Защитные коллоиды также блокируют микрокристаллы винного камня, препятствуя их росту, в результате чего становится невозможным удаление из вино материала избыточного содержания солей винной кислоты – тартратов, что сводит на нет усилия по предупреждению кристаллических помутнений.

Таким образом, с учетом физико-химических и коллоидных механизмов равновесия тартратов в винах вино материал должен быть готов к обработке холодом. Поэтому многие исследователи рекомендуют

перед обработкой виноматериалов холодом удалить часть коллоидов путем воздействия физическими, химическими или биохимическими способами.

Кроме того, существенное влияние для достижения надежной стабильности вин против кристаллических помутнений оказывают режимы и параметры процесса обработки холодом.

Общепринята рекомендация о необходимости охлаждения виноматериала до температуры близкой к точке замерзания и выдержки его при температуре, на 0,5 °С превышающей температуру его точки замерзания.

Температура замерзания вина на практике определяется следующим образом:

$$T^{\circ}\text{C} = \frac{-(\text{Крепость вина} - 1)}{2} \quad (2)$$

Известно, что процесс кристаллизации виннокислых солей протекает в две независимые друг от друга стадии: первая – образование центров-зародышей кристаллизации, вторая – рост величины кристаллов. Зародыши кристаллизации появляются в результате образования агрегатов из определенного количества. Считается, что единичная ячейка состоит из 4 НТ– и 4 К+ [15]. Они возникают спонтанно при охлаждении насыщенного раствора и их количество зависит от скорости охлаждения виноматериала. Поэтому для сокращения времени обработки, процесс охлаждения необходимо вести с максимальной интенсивностью при температуре, близкой к точке замерзания, во избежание явления гистерезиса и замедления выпадения солей в осадок.

В отношении продолжительности обработки виноматериалов холодом для их стабилизации против кристаллических помутнений нет единого мнения. Согласно Технологической инструкции по обработке виноматериалов и вин продолжительность обработки холодом в потоке составляет 2-3 ч, а при выдержке в термостатированных условиях 2-3 суток. Однако, как показывает практический опыт, указанные режимы являются недостаточными.

За рубежом продолжительность обработки виноматериалов холодом составляет в Италии, США, Испании до 10 сут., во Франции 6–7 сут. Выдерживать виноматериалы при низкой температуре до 9 суток рекомендуется в справочнике по виноделию под редакцией Г.Г. Валушко [29].

В настоящее время на мировом рынке предлагается большой выбор промышленно-освоенных установок для ускоренной обработки вин против кристаллических помутнений. Это системы обработки вина, работающие на принципах «термического шока» и «контактные» системы. Примером первых служат установки «Vinipal» (Италия), «Поток кристаллов» Alfa-Laval (Швеция), где осуществляется охлаждение виноматериала с образованием до 10 % льда, система «Gasquet» (Франция), «Frigoflash» R.T.B.-Selip (Франция), в которых виноматериал, предназначенный для стабилизации, быстро доводят до температуры близкой к точке замерзания (минус 6 – 10°С), посредством обработки в трубчатых теплообменных

аппаратах – ультраохладителях с теплообменной поверхностью, очищаемой скребками, затем охлажденный виноматериал подается в кристаллизатор, где микрокристаллы битартрата калия, образующиеся при «тепловом ударе» (термическом шоке) увеличиваются в размерах и выпадают в осадок при постоянно поддерживаемой низкой температуре, после чего виноматериал подается на фильтрацию при температуре охлаждения. Скорость охлаждения виноматериала при обработке должна быть большой. Снижение температуры продукта например от +20°С до температуры близкой к точке замерзания осуществляется в потоке за несколько секунд. Этот термический удар считается необходимым для эффективной обработки.

Основное отличие между установками для проведения ускоренной стабилизации вин связано с их конструктивными особенностями. Так, стабилизация виноматериалов на установке «Crystal-Flow» фирмы Alfa-Laval включает три основных этапа:

- охлаждение виноматериала до температуры ниже его точки замерзания, за счет чего образуется до 10 % льда, повышается концентрация спирта и образуется пересыщенный раствор виннокислых солей;
- кратковременная выдержка охлажденного виноматериала для роста кристаллов виннокислых солей в горизонтальном кристаллизаторе;
- частичное отепление виноматериала на рекуперативном теплообменнике для растворения кристаллов льда, с последующим отделением кристаллов битартрата калия фильтрованием.

При обработке виноматериалов на установке «Vinipal» их охлаждают до температуры, близкой к точке замерзания, после чего направляют в кристаллизатор – вертикальный изотермический резервуар с коническим днищем.

Установка «Imesa» отличается оригинальной конструкцией кристаллизатора, которая способствует образованию, росту и расслоению кристаллов винного камня. Крупные кристаллы накапливаются на дне кристаллизатора, а мелкие, находясь в тангенциальном движении, растут, достигая критической массы, затем также оседают на дно. Кристаллы размером 10 мкм и меньше отделяются сепарацией. Обработка виноматериалов холодом на установке «Imesa» продолжается в течение 2 ч.

Однако для достижения гарантированной стабильности фирма предлагает проводить дополнительную выдержку виноматериалов при температуре –3 ÷ –5°С в течение 5-10 дней в зависимости от температуры обработки и типа вина.

На установке Frigoflash стабилизацию вин против выпадения виннокислых солей, по данным фирмы R.T.B.-Selip, можно проводить за 3 ч. Она включает в себя комплекс холодильного оборудования. Охлаждение виноматериала проводится в пластинчатом теплообменнике. Рост кристаллов осуществляется в резервуаре – реакторе из полиэстера с коническим днищем, армированного стекловолокном, изолированного пенополиуретаном. Виноматериал охлаждается почти до точки замерзания и подается в реактор.

Небольшое входное отверстие в реактор обеспечивает турбулентность потока, что способствует образованию и росту кристаллов винного камня. Из верхней части реактора виноматериал подается на холодную фильтрацию. Промежуточный хладоноситель – этиленгликоль.

Установки для непрерывной стабилизации вин холодом предлагаются также фирмами «Daubron» (Франция), «Kadalpe» (Италия) и др.

В основу «контактного» способа стабилизации виноматериалов легло ускорение фазы образования зародышей кристаллов винного камня за счет принудительного контакта виноматериала с искусственно вносимыми, так называемыми «затравочными» кристаллами битартрата калия – мелко измельченным до 0,25–1,00 мм порошком битартрата калия. Наибольшую эффективность при обработке виноматериалов показали препараты битартрата калия с размером кристаллов 0,50–0,75 мм. Фаза образования зародышей битартрата калия в виноматериале, даже в условиях пересыщенного раствора, составляет не менее 3 ч.

При этом нет необходимости доводить температуру виноматериала до очень низких значений, достаточно 0 – минус 3,5°C. Добавка битартрата калия разрешена регламентом ЕЭС № 3577/81 от 3.12.81. Рекомендуемая доза 4 г/дм³.

После перемешивания в течение нескольких часов кристаллы битартрата калия из виноматериала удаляются фильтрацией или центрифугированием. Этот способ был изучен в 1958 г. Берголе и Кифером и практически реализован Мюллер-Шпэтом в 1977 г. и институтом «Магарач» на Минском комбинате шампанских вин в 2011 г.

Основные факторы, которые влияют на эффективность стабилизации вин «контактным» методом, следующие:

- количество и качество битартрата калия;
- применение перемешивающих устройств;
- время контакта.

Данный метод считается экономически более выгодным, чем «шоковое охлаждение», т.к. обработка виноматериала осуществляется при температуре 0...+1°C. Машиностроительные фирмы предлагают виноделам большой выбор установок стабилизации вин, работающих по «контактному» принципу, основной целью которых является интенсификация процесса кристаллизации виннокислых солей и повышение эффективности обработки. Это в том числе установки фирмы «Seitz», «Vestfalia Separator» (Германия), «Kristalloprocess» (Энотехническая станция Шампани, Франция), «ТМСИ Padova» (Италия) и др.

В «контактной» установке «Seitz» поступающий виноматериал ступенчато охлаждается с помощью хладоносителя (гликоль), затем во время перекачки в изотермические резервуары в охлажденный виноматериал дозатором вводят кристаллы битартрата калия. В изотермических резервуарах виноматериал непрерывно перемешивается.

Время нахождения виноматериалов в аппарате вместо 7-8 дней сокращается до «кратковременно-

го» периода, который зависит от типа виноматериала и степени стабилизации. Затем виноматериал подается на сепарацию. Фирма утверждает, что располагая необходимым количеством изотермических резервуаров можно организовать процесс стабилизации виноматериала в непрерывном режиме.

«Контактная» система «Vestfalia Separator» также включает в себя ступенчатое охлаждение до минус 2°C, после дозировки битартрата калия, виноматериал вводят в изотермические резервуары, снабженные мешалками. По завершении процесса вино проходит через гидроциклон, где происходит разделение кристаллов. Крупные кристаллы возвращаются для «затравки» следующей партии виноматериала, мелкие далее отделяются на центрифуге и фильтре. Дозировка «затравочных» кристаллов 4 г/дм³, процесс идет не менее 4 ч.

Технология «Kristalloprocess» энотехнической станции Шампани включает в себя процессор, контролирующий стабильность виноматериала на выходе. Также применяется двухступенчатое охлаждение виноматериала – сначала в пластинчатом теплообменнике до минус 1,9°C, затем добавляются в поток дозатором «затравочные» кристаллы винного камня, затем внутри кристаллизатора продукт доводится до рабочей температуры минус 3,5°C, специальные мешалки поддерживают «затравочные» кристаллы в состоянии суспензии по всему объему реактора.

Установка Kristalstop итальянской фирмы ТМСИ Padova предназначена для ускоренной стабилизации виноматериалов в потоке. Виноматериал, проходя последовательно два теплообменника, охлаждается до заданной температуры – минус 2-5°C. Затем охлажденный виноматериал поступает в кристаллизатор. Перед кристаллизатором в поток виноматериала впрыскивается винный камень из расчета создания пересыщенного раствора солей винной кислоты. В кристаллизаторе виноматериал находится 2 ч, затем он подается на холодную фильтрацию через диатомитовый фильтр.

К недостаткам данной установки относится необходимость предварительно охлаждать виноматериал. Начальная температура виноматериала, подаваемого на обработку в установку, должна быть не выше +15°C. При обработке виноматериала в установке происходит его ступенчатое охлаждение, которое может привести к явлению гистерезиса. Установка Kristalstop предназначена для обработки только столовых виноматериалов, предварительно хорошо подготовленных. Цена установки Kristalstop-20 (производительностью по обрабатываемому виноматериалу 200 дал) – 99540 евро.

Все вышеперечисленные технологии характеризуются высокими первоначальными капиталовложениями и значительными текущими затратами. Кроме того, они рассчитаны на обработку столовых виноматериалов, так как 90% вин, выпускаемых за рубежом к категории столовых вин. Физико-химические показатели этих вин отличаются от отечественных столовых, тем более от крепких и десертных виноматериалов.

Также эти установки оснащены программным управлением, требующим соблюдения определенного температурно-влажностного режима в производственных помещениях, особенно в условиях подвального производства. Сравнительный технико-экономический анализ машин и аппаратов для обработки виноматериалов холодом, производимых ведущими зарубежными машиностроительными фирмами, приводится в табл. 1.

Традиционно технологическая схема процесса обработки виноматериалов холодом, применяемая практически на многих винодельческих предприятиях, выглядит следующим образом (рис.): виноматериал из накопительного резервуара насосом прокачивается через теплообменный аппарат, охлаждаемый хладоносителем, поступающим из машинного отделения; затем охлажденный до температуры обработки виноматериал поступает в изотермические резервуары, зачастую помещенные в холодильные камеры и снабженные для поддержания низкой температуры виноматериала рубашками или змеевиками по которым циркулирует хладоноситель.

В изотермических резервуарах виноматериал находится до 5-6 сут. и более, в течение которых происходит постепенная кристаллизация винного камня и выпадение его в осадок; при этом чрезвычайно важно поддержание в течение всего времени выдержки первоначальной низкой температуры, которая происходит, как правило, за счет хладоносителя, циркулирующего в рубашках или змеевике изотермического резервуара. При этом температура хладоносителя не должна быть ниже температуры охлажденного виноматериала, т.к. в противном случае образуется наледь из виноматериала на стенках изотермического резервуара, т.е. вымораживание воды, что способствует потерям виноматериала, поэтому для этого хладоносителя задействуется дополнительная линия. После выдержки виноматериал насосом направляется на фильтрацию при температуре охлаждения, а затем на следующую обработку (рис.).

Данная технология обработки виноматериалов холодом требует значительных капитальных и текущих затрат, связанных с необходимостью применения парка изотермических резервуаров с рубашками охлаждения, специальных холодильных камер, значительными энергозатратами, а также необходимостью в холодильных установках достаточной мощности. В случае использования рубашек охлаждения – специальная холодильная машина для поддержания необходимой температуры охлаждения виноматериала при выдержки

Таблица 1. Технико-экономические показатели машин и аппаратов для обработки виноматериалов холодом, производимых ведущими зарубежными машиностроительными фирмами

Table 1. Technical-economic indicators of machines and devices for processing base wines with cold, produced by leading foreign machine-building companies

Показатели	Технология тартратной стабилизации		
	традиционная	«шоковая»	«контактная»
Температура обработки в зависимости от типа виноматериала, °С	минус 5 ÷ 8	минус ÷ 8	0 - минус 1
Скорость охлаждения виноматериала	низкая	высокая	низкая
Продолжительность цикла обработки	от 5 до 10 сут.	от 2 до 4 ч	от 3-х до 4-х ч
Расход электроэнергии на обработку холодом 1000 дал виноматериала, кВт	135,0	162,0	≈ 100,0
Расход вспомогательных материалов – битартрат калия, г/л	–	–	4,0
Стоимость вспомогательных материалов (битартрат калия) на обработку 1000 дал виноматериала, руб.	–	–	2590,0
Стоимость установки для обработки виноматериалов холодом на условиях ex-works производительностью 1000 дал/ч, руб.	–	16187500 (на 31.05.2022)	133624575 (на 31.05.2022)

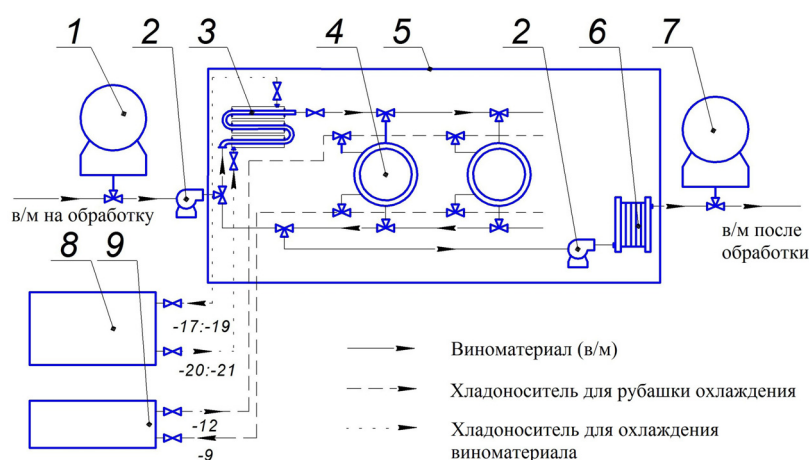


Рис. Схема обработки виноматериалов холодом: 1 – сборник исходного виноматериала; 2 – насос; 3 – трубчатый теплообменный аппарат; 4 – изотермический резервуар; 5 – термоизолированная камера; 6 – фильтр; 7 – резервуар-накопитель; 8 – холодильная машина для хладоносителя на охлаждение виноматериала; 9 – холодильная машина для хладоносителя поступающего в рубашку охлаждения

Fig. Scheme of cold processing of base wines: 1 – collector of initial base wine; 2 – pump; 3 – tubular heat exchanger; 4 – isothermal tank; 5 – thermally insulated chamber; 6 – filter; 7 – storage tank; 8 – refrigeration machine for the coolant to chill base wines; 9 – refrigerating machine for the coolant entering the cooling jacket

на холоде. Особенность подобного способа обработки холодом заключается в использовании промежуточного хладоносителя – он охлаждается в холодильной машине за счет кипения холодильного агента. Затем виноматериал хладоносителем охлаждается до температуры обработки в теплообменных аппаратах, как правило, трубчатого типа. Расход электроэнергии при использовании промежуточного хладоносителя

ля на 20% выше, чем в системах непосредственного охлаждения [30]. Кроме того используемые теплообменные аппараты трубчатого типа обладают коэффициентом теплопередачи не выше 300 ккал/м² ч°С, т.е. за один проход через теплообменник виноматериал может охладиться максимум на 15 °С. При охлаждении виноматериала от начальной температуры +18÷20°С этого перепада недостаточно для выхода на технологические режимы минус 3÷5°С для столовых виноматериалов и минус 8÷9 °С для крепленых. Поэтому виноматериал несколько раз прокачивают через теплообменный аппарат для достижения необходимой температуры охлаждения, что приводит к повышенным энергозатратам и явлению гистерезиса – задержке кристаллизации солей винной кислоты, так как виноматериал успевает приспособиться к низкой температуре. В таком случае эффективнее использовать для охлаждения виноматериала в области положительных температур (до +2°С) пластинчатый теплообменный аппарат с коэффициентом теплопередачи 1500-2000 ккал/м²ч °С, а затем охлаждать виноматериал на трубчатом теплообменном аппарате до температуры обработки. В этом случае виноматериал охлаждается за один проход через теплообменники.

Также эффективным способом снижения текущих производственных затрат и сбережения энергоресурсов винодельческого предприятия является использование изотермических резервуаров с высококачественной изоляцией, которая минимизирует теплопритоки к охлажденному виноматериалу и обеспечивает заданную температуру виноматериала в течение всего периода его выдержки на холоде.

Изотермические резервуары должны иметь изоляцию, способную обеспечить температурную дисперсию до очень низкого уровня, порядка 0,1°С в сутки. Повышение температуры (t) виноматериала, находящегося на выдержке, дает уравнение [31]:

$$t = K \cdot S \cdot (t_1 - t_2) / V, \quad (3)$$

где K – коэффициент теплопередачи, зависит от теплопроводности материала резервуара и изоляции; S – поверхность резервуара; V – объем резервуара; t₁ – t₂ – разность температур окружающей среды и виноматериала.

Коэффициент теплопередачи рассчитывается с учетом исключения возможности конденсации влаги на поверхности изотермического резервуара с учетом того, что температура окружающей среды, как правило, выше 0 °С по формуле [32]:

$$K \leq 0,95\alpha (t_{oc} - t'') / (t_{oc} - t_b), \quad (4)$$

где α – коэффициент теплоотдачи от окружающей среды поверхности изотермического резервуара; t_{oc}, t_b – температура окружающей среды и виноматериала в изотермическом резервуаре; t'' – температура, соответствующая точке росы в зависимости от влажности воздуха окружающей среды.

При разности температур окружающей среды и обрабатываемого виноматериала 20÷30°С оптимальный коэффициент теплопередачи должен быть не более 0,50 ккал/м²ч°С; так как при большем зна-

чении коэффициента теплопередачи на поверхности изотермического резервуара образуется конденсат. С учетом того, что каждый килограмм водяного пара, конденсируясь на поверхности изотермического резервуара, выделяет около 2500 кДж тепла [33], то для поддержания требуемого температурного режима потребуются дополнительные энергозатраты на компенсацию теплопритоков. Кроме того, коэффициент теплопередачи изоляции изотермических резервуаров напрямую зависит от коэффициента теплопроводности изоляционного материала.

Анализируя теплоизоляционную эффективность предлагаемых промышленностью изоляционных материалов это в том числе таких хорошо известных материалов, как минеральная вата, пенопласт ПХВ-1, пенополиуретан ППУ и новых – изоллат [34], изолон ППЭ ИРА 30/30 [35], необходимо отметить, что наилучшими эксплуатационными свойствами по нашим многолетним наблюдениям обладает изоляция из пенополиуретана. Этот материал при соблюдении технологии изготовления изоляционного покрытия сохраняет свои изоляционные свойства без изменения в течение длительного срока эксплуатации. Изотермические резервуары, изготовленные с изоляционным покрытием из пенополиуретана толщиной не менее 200 мм, при перепаде температур внешней среды и выдерживаемого на холоде виноматериала до 35°С не нуждаются в дополнительном охлаждении с помощью рубашек или змеевиков, что также позволяет сократить энергозатраты на данный технологический процесс.

Кроме температурного эффекта скорость процесса кристаллизации зависит от двух факторов – скорости подвода виноматериала к поверхности кристалла и скорости отложения молекул на поверхности кристалла. Пограничный слой тонок, но в нем перенос вещества осуществляется за счет молекулярной диффузии, поэтому он представляет основное сопротивление для перехода кристаллизующегося вещества из пересыщенного раствора на поверхность кристалла. Движущей силой процесса кристаллизации является разность концентраций.

Согласно закону Фика, масса вещества M (кг), прошедшего через слой δ(м) в процессе молекулярной диффузии, прямо пропорционально поверхности слоя F(м²), изменению концентрации вещества ΔC (кг/м³) в толщине слоя, времени τ(с) и обратно пропорционально расстоянию, пройденному частицей вещества δ, т.е.:

$$M = D \cdot F \cdot \Delta C \cdot \tau / \delta, \quad (5)$$

где D – коэффициент диффузии, м²/с.

Скорость процесса кристаллизации солей винной кислоты можно значительно увеличить за счет переноса процесса диффузии из молекулярного в конвективный. Конвективный процесс диффузии наблюдается в жидкостях при перемешивании. При этом вещество переносится не только в направлении движения потока, но и в его поперечном сечении. При конвективной диффузии перенос вещества осуществляется также и за счет переноса более крупных ча-

стиц, состоящих из многих молекул. Вследствие этого скорость процесса кристаллизации вещества при конвективной диффузии во много раз превосходит скорость кристаллизации при молекулярной диффузии [36].

Согласно закону А.Н. Шукарева [33], количество вещества, переносимого конвективной диффузией в единицу времени от поверхности раздела к ядру фазы, пропорционально поверхности F (m^2) контакта фаз и разности концентраций ΔC ($кг/м^3$) переходящего вещества:

$$dM/dt = \beta \cdot F \cdot \Delta C, \quad (6)$$

где β – коэффициент массоотдачи, характеризующий перенос вещества конвективным и диффузионным потоками одновременно, $кг/с$.

Коэффициент массоотдачи зависит от физических и гидродинамических (частота перемешивания) параметров, а также от геометрических факторов процесса. Если кристаллизация солей винной кислоты происходит при перемешивании, то скорость ее возрастает во много раз, диффузионный процесс из молекулярного переходит в конвективный.

Р. Данквертц [33] рассматривает межфазовый перенос вещества как неустановившийся, изменяющийся во времени процесс, характеризующийся непрерывным обновлением поверхности контакта. Он получил следующее выражение для коэффициента массоотдачи:

$$\beta = \sqrt{D \cdot S}, \quad (7)$$

где S – доля поверхности обновления в единицу времени, D – коэффициент диффузии, $m^2/с$.

Для первой диффузионной стадии процесса массообмена можно считать:

$$M = D \cdot (C - C_H) / r, \quad (8)$$

где M – количество вещества, которое перемещается из основной массы перенасыщенного раствора в пограничный слой на $1 m^2$ поверхности кристаллов за $1 с$, $кг/(m^2 \cdot с)$; D – коэффициент диффузии, $m^2/с$; r – толщина пограничного слоя, $м$; $C - C_H$ – разность концентраций переходящего вещества, $кг/м^3$.

Вещество, перешедшее через диффузионный слой, укладывается в кристаллическую решетку кристаллов. На этой стадии процесса – кинетической:

$$M = K \cdot (C - C_H), \quad (9)$$

где K – константа скорости фазового перехода, $м^4 (с \cdot кг)$.

По формуле Эйнштейна величина коэффициента диффузии зависит от абсолютной температуры T и от вязкости среды μ ($Па \cdot с$):

$$D = K \cdot T / \mu, \quad (10)$$

где K – постоянная Больцмана.

Отсюда:

$$M = K \cdot T (C - C_H) / r \cdot \mu, \quad (11)$$

где M – количество вещества, отнесенное к единице поверхности и одной секунде.

В общем случае, для количества вещества, перемещаемого из раствора к пограничному слою формула принимает вид:

$$M = [K \cdot T \cdot (C - C_H) \cdot F \cdot \tau] / r \cdot \mu, \quad (12)$$

где F – поверхность кристаллов, m^2 , τ – время процесса, $с$.

Отсюда время процесса кристаллизации винного камня критического размера:

$$\tau = M \cdot r \cdot \mu / K \cdot T \cdot (C - C_H) \cdot F. \quad (13)$$

Анализируя данное уравнение, можно сделать ряд выводов. Так, чем больше поверхность кристаллизации, тем больше солей винной кислоты переходит за единицу времени из раствора в твердую фазу. Чем меньше кристаллы, тем больше их поверхность, приходящаяся на единицу массы. Поэтому при малых размерах затравочных кристаллов, масса твердой фазы увеличивается быстрее. Так при массе одного кристалла $0,1 \cdot 10^{-7} кг$ поверхность винного камня массой $1 г$ имеет значение $178 m^2$.

На интенсивность процесса кристаллизации большое влияние оказывает температура виноматериала. При понижении температуры происходит увеличение вязкости виноматериала и увеличение толщины диффузного слоя.

Движущая сила процесса кристаллизации $C - C_H$ – разность концентраций, которая обеспечивает преодоление двух сопротивлений: диффузного сопротивления пограничного слоя и кинетического сопротивления, т. е. сопротивления, возникающего при вводе молекулы вещества в кристаллическую решетку кристалла. Чем больше пресыщения виноматериала солями винной кислоты, тем интенсивнее происходит кристаллизация.

Если кристаллизация происходит при перемешивании, то скорость ее возрастает, так как при этом уменьшается толщина диффузного слоя и процесс кристаллизации винного камня из молекулярного переходит в конвективный.

Сопоставительные данные по затратам электроэнергии в традиционной схеме обработки виноматериалов холодом и рекомендуемой авторами с целью сокращения энергозатрат приведены в табл. 2.

Таблица 2. Сопоставительные данные по затратам электроэнергии при традиционной схеме обработки виноматериалов холодом и рекомендуемой

Table 2. Comparative data on the cost of electricity when using the traditional scheme of cold processing of base wines and the recommended one

Наименование показателей	Значение показателя	
	традиционная схема	рекомендуемая схема
Удельный расход электроэнергии на охлаждение виноматериала, кВт/1000 дал	151,4	151,4
Удельный расход электроэнергии на поддержание температуры охлажденного виноматериала в течение 5÷6 суток, кВт/1000 дал	79,2÷95,0	–
Расход электроэнергии на обработку 1000 дал виноматериала холодом, кВт	230,6÷246,4	151,4

Выводы

Сравнительный анализ существующих способов и технических решений для стабилизации винодельческой продукции против кристаллических помутнений, образуемых солями винной кислоты, показал, что технологически наиболее приемлемым, обеспечивающим стабильный результат, является способ обработки виноматериалов холодом. К недостаткам данного способа относится высокая стоимость промышленно освоенного оборудования, применяемого для этой технологической операции и его энергоемкость.

Производимые ведущими зарубежными машиностроительными фирмами установки для обработки виноматериалов холодом с целью достижения их стабильности независимо от осуществляемой ими технологии «шоковая» или «контактная» состоят из комплекта холодильного оборудования и изотермических аппаратов – кристаллизаторов, от конструкции которых зависит энергоемкость и технологическая эффективность проводимого процесса. При этом необходимо отметить, что «контактная» технология является наименее затратной.

Использование при обработке виноматериалов систем непосредственного охлаждения, позволяет исключить промежуточный хладоноситель и снизить общие энергозатраты на процесс на 20 %.

Исследование теплотехнических свойств изоляционных конструкций позволило определить оптимальный коэффициент теплопередачи не более 0,50 ккал/м²ч °С.

Детальный анализ теплоизоляционных свойств различных конструкционных материалов, применяемых для термоизоляции резервуаров, а также стабильности этих свойств во время эксплуатации в условиях реального производства показывает, что наиболее приемлемой является теплоизоляция из пенополиуретана ППУ.

Наши дальнейшие исследования по созданию высокоэффективной, энергосберегающей отечественной установки для обработки виноматериалов с целью стабилизации будут направлены на разработку изотермического аппарата – кристаллизатора, изоляционная конструкция которого обеспечит суточное падение температуры обрабатываемого холодом виноматериала не более 0,1±0,2°С, а также оптимизацию гидродинамики проводимого процесса обработки охлажденного виноматериала, что позволит экономить до 60% электроэнергии на 1000 дал обрабатываемого виноматериала по сравнению с традиционной технологией обработки виноматериалов холодом.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Валуйко Г.Г., Зинченко В.И., Мехузла Н.А. Стабилизация виноградных вин. М: Агропромиздат. 1987:1-130.
2. Кишковский З.Н. Современные способы стабилизации вин // Материалы международного симпозиума по технологии виноделия 20–31 августа 1979 г. Кишинев: Штиинца. 1979:118-134.
3. Кишковский З.Н., Линецкая А.Е. Кристаллические помутнения вин и их предупреждение // Виноград и вино России. 2000;2:30-32.
4. Павленко Н.М. Итоги исследований в области химии вина и разработки методов контроля // Труды ВНИИВиВ «Магарач». 1978;XIX:127-135.
5. Валуйко Г.Г., Загоруйко В.А. Технологические правила виноделия. Симферополь: Таврида. 2006;1:1-488.
6. Виноградов В.А., Загоруйко В.А., Кулев С.В., Чаплыгина Н.Б. и др. Исследование технологического процесса комплексной стабилизации виноматериалов против коллоидных и кристаллических помутнений // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИИВиВ «Магарач». 2013;43:83-88.
7. Виноградов В.А., Чаплыгина Н.В., Кулев С.В. Практическое решение проблемы стабилизации виноматериалов холодом // Виноград. 2010;9:66-69.
8. Гержикова В.Г., Кулев С.В., Сильвестров А.В., Чаплыгина Н.Б., Михеева Л.А., Ермихина Н.В. Изменение значений физико-химических показателей при поточной обработке виноматериалов, склонных к коллоидным и кристаллическим помутнениям // Русский виноград. 2018;7:172-178.
9. Агеева Н.М. Научно-практические рекомендации по вопросам стабилизации вина // Краснодар. 1999:1-54.
10. Риберо-Гайон Ж., Пейно Э., Риберо-Гайон П., Сюдро П. Теория и практика виноделия. Под ред. Валуйко Г.Г. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1981;4:1-415.
11. Dunsford P., Boulton R. The kinetics of potassium bitartrate crystallisation from table wines. Amer. j. Enol. Viticult. 1981;32:100-110.
12. Muller Th., Wurdig G. Dar minikontakt verfahrenun eineinfa cher zur Prufuung auf Weinsteinstabilital. Die Weinwirtsahaf. 1978;31(3):858-864.
13. Усселио-Томассет Л. Помутнения физико-химического характера. Их предупреждение и устранение // Материалы международного симпозиума по технологии виноделия 20 – 25 августа 1979 г. Кишинев: Штиинца. 1979:147-162.
14. Агеева Н.М., Таланян О.Р., Монастырский В.Ф. О стабилизации вин к кристаллическим помутнениям // Известия вузов. Пищевая технология. 1982;1:114-116.
15. Rodriguez-Clemente I., Correa-Gorospe A. Structural, morphological and kinetic aspects of the deposition of acidic potassium tartrate in wines and ethanol solutions. American journal of Enol. and Vitic. 1988;39:2:169-179.
16. Червяк С.Н., Гниломедова Н.В., Весютова А.В. Препараты для ингибирования кристаллообразования в вине // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(2):168-175. DOI 10.35547/IM.2020.84.89.016.
17. Пономарева И.Н., Солдатенко Е.В., Таран М.Н. Совершенство технологических приемов стабилизации белых игристых вин против кристаллических и коллоидных помутнений // Виноделие и виноградарство. 2015;6:18-20.
18. Хурцилава Е.Е., Ильюшина М.Ю. Карбоксиметилцеллю-

- лоза для кристаллической стабилизации вин // Пиво и напитки. 2010;3:32-34.
19. Таран Н.Г., Зинченко В.И. Современные технологии стабилизации вин. Кишинев. 2006;1-240.
 20. Гниломедова Н.В., Червяк С.Н., Весютова А.В. Физические способы стабилизации вин против кристаллических помутнений // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):277-282. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.018.
 21. Исламов М.Н. Использование процесса электродиализа в винодельческом производстве // Виноделие и виноградарство. 2007;5:26-27.
 22. Исламов М.Н. Влияние электродиализа на стабильность полусладких вин // Науч. труды КубГТУ. 2015;8:84-87.
 23. Кашкара К.Э., Кашкара Г.Г. Гугучкина Т.И. Стабилизация вина к кристаллическим помутнениям с помощью электродиализа // Плодоводство и виноградарство Юга России 2018;50(2):123-135. DOI 10.30679/2219-5335-2018-2-50-123-135.
 24. Refrigeratore cons cambiatore tuboin tubo. Prospect of Vilo firm. Italy. 2009;1-2.
 25. Enorefrigeratori. Prospect of the Della Toffola S.P.A. Italy. 2013;1-6.
 26. Cooling systems. Prospect of the firm Spadoni. Italy. 2016;1-8.
 27. Equipment for the vinery. Prospect of the firm PIM. Bulgaria. 2012;1-28.
 28. Refrigeratori. TMCi Padovan Spa. Italy. 2010;1-4.
 29. Kolher N., Miltenberger R., Kristalbildung un Wein. Bayer Landwirt. 1981;3:55-69.
 30. Справочник по виноделию. Под ред. Валуйко Г.Г. Симферополь: Таврида. 2005:1-587.
 31. Ильин Е.В., Малыгина Е.В. Холодильные машины и установки. М.: Государственное издательство торговой литературы. 1960:1-400.
 32. Комаров Н.С. Справочник холодильщика. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. 1962:1-419.
 33. Стабников В.Н., Баранцев В.И. Процессы и аппараты пищевых производств. Москва. Легкая и пищевая промышленность. 1983:1-328.
 34. Изоллат. Рекламный листок ООО «Специальные технологии». Сравнительный анализ технико-экономической эффективности при использовании пенополиуретана, минеральной ваты, пенопласта и изоллата. Екатеринбург: ООО «Специальные технологии». 2007;1.
 35. Изолон. Рекламный лист. Ижевск: АО «Ижевский завод пластмасс». 2007;1-3.
 36. Справочник по теплообменникам в двух томах. Перевод с английского под ред. Мартыненко О.Г. и др. М.: Энергоатомиздат. 1987;2:1-352.
- 2000;2:30-32 (in Russian).
4. Pavlenko N.M. Results of research in the field of wine chemistry and development of control methods. Proceedings of VNIIViV Magarach. 1978;XIX:127-135 (in Russian).
 5. Valuiko G.G., Zagorouiko V.A. Technological rules of winemaking. Simferopol: Tavrida. 2006;I:1-488 (in Russian).
 6. Vinogradov V.A., Zagorouiko V.A., Kuliov S.V., Chaplyghina N.B. et al. Study of the technological process of complex wine material stabilization against colloidal and crystal clouds. Viticulture and Winemaking. Collection of Scientific Works. 2013;43:83-88 (in Russian).
 7. Vinogradov V.A., Chaplygina N.V., Kulev S.V. A practical solution to the problem of stabilization of wine materials by cold. Grapes. 2010;9:66-69 (in Russian).
 8. Gerzhikova V.G., Kulev S.V., Silvestrov A.V., Chaplyghina N.B., Mikheeva L.A., Ermikhina N.V. Changes in the values of physical and chemical parameters during in-line processing of wine materials prone to colloidal and crystalline turbidity. Russian Grapes. 2018;7:172-178 (in Russian).
 9. Ageeva N.M. Scientific and practical recommendations on the stabilization of wine. Krasnodar. 1999:1-54 (in Russian).
 10. Ribero-Gayon J., Peino E., Ribero-Gayon P., Sudro P. Theory and practice of winemaking. Edited by Valuiko G.G. M.: Legkaya i pischevaya promyshlennost'. 1981;4:1-415 (in Russian).
 11. Dunsford P., Boulton R. The kinetics of potassium bitartrate crystallisation from table wines. Amer. j. Enol. Viticult. 1981;32:100-110.
 12. Muller Th., Wurdig G. Dar minikontakt verfahrenun eineinfa cher zur Prufuung auf Weinsteinstabilital. Die Weinwirtsahaf. 1978;31(3):858-864.
 13. Usselio-Thomasset L. Opacities of a physical and chemical nature. Their prevention and elimination. Proceedings of the international symposium on winemaking technology August, 20 - 25, 1979. Chisinau: Shtiintsa. 1979:147-162 (in Russian).
 14. Ageeva N.M., Talanyan O.R., Monastyrsky V.F. On the stabilization of wines to crystalline haze. University digest. Food technology. 1982;1:114-116 (in Russian).
 15. Rodriguez-Clemente I., Correa-Gorospe A. Structural, morphological and kinetic aspects of the deposition of acidic potassium tartrate in wines and ethanol solutions. American journal of Enol. and Vitic. 1988;39:2:169-179.
 16. Cherviakov S.N., Gnilomedova N.V., Vesjutova A.V. Preparations for inhibiting crystal formation in wine. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(2):168-173. DOI 10.35547/IM.2020.22.2.016 (in Russian).
 17. Ponomareva I.N., Soldatenko E.V., Taran M.N. The perfection of technological methods for stabilizing white sparkling wines against crystalline and colloidal turbidity. Winemaking and Viticulture. 2015;6:18-20 (in Russian).
 18. Khurtsilava E.E., Ilyushina M.Yu. Carboxymethylcellulose for crystalline stabilization of wines. Beer and drinks. 2010;3:32-34 (in Russian).
 19. Taran N.G., Zinchenko V.I. Modern technologies of wine stabilization. Kishinev. 2006;1-240 (in Russian).
 20. Gnilomedova N.V., Cherviakov S.N., Vesjutova A.V. Physical methods for wine stabilization against crystalline haze. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(3):277-282. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.018 (in Russian).
 21. Islamov M.N. The use of electrodiolysis process in wine

References

1. Valuiko G.G., Zinchenko V.I., Mekhuzla N.A. Stabilization of grape wines. M: Agropromizdat. 1987:1-130 (in Russian).
2. Kishkovskiy Z.N. Modern methods of wine stabilization. Proceedings of the international symposium on winemaking technology August 20-31, 1979. Chisinau: Shtiintsa. 1979:118-134 (in Russian).
3. Kishkovsky Z.N., Linetskaya A.E. Crystalline turbidity of wines and their prevention. Grapes and wine of Russia.

- industry. Winemaking and Viticulture. 2007;5:26-27 (in Russian).
22. Islamov M.N. Impact of electro dialysis on stability of semi-sweet wines. Scientific Works KubGTU. 2015;8:84-87 (in Russian).
23. Kashkara K.E., Kashkara G.G., Guguchkina T.I. Stabilization of wine to crystalline dimness by electric dialysis. Horticulture and Viticulture of South Russia. 2018;50(2):123-135. DOI 10.30679/2219-5335-2018-2-50-123-135 (in Russian).
24. Refrigeratore cons cambiatore tuboin tubo. Prospect of Vilo firm. Italy. 2009;1-2.
25. Enorefrigeratori. Prospect of the Della Toffola S.P.A. Italy. 2013;1-6.
26. Cooling systems. Prospect of the firm Spadoni. Italy. 2016;1-8.
27. Equipment for the vinery. Prospect of the firm PIM. Bulgaria. 2012;1-28.
28. Refrigeratori. TMCI Padovan Spa. Italy. 2010;1-4.
29. Kolher N., Miltenberger R., Kristalbildung un Wein. Bayer Landwirt. 1981;3:55-69.
30. Handbook of winemaking. Edited by Valuiko G.G. Simferopol: Tavrida. 2005:1-587 (in Russian).
31. Ilyin E.V., Malygina E.V. Refrigerating machines and installations. M.: State publishing house of trade literature. 1960:1-400 (in Russian).
32. Komarov N.S. Refrigerationist's Handbook. M.: State Scientific and Technical Publishing House of Machine-Building Literature. 1962:1-419 (in Russian).
33. Stabnikov V.N., Barantsev V.I. Processes and devices of food production. M.: Legkaya I pischevaya promyshlennost'. 1983:1-328 (in Russian).
34. Isollat. Advertising leaflet of Special Technologies LLC. Comparative analysis of technical and economic efficiency when using polyurethane foam, mineral wool, foam plastic and isollate. Yekaterinburg: Special Technologies LLC. 2007;1 (in Russian).
35. Isolon. Advertising leaflet. Izhevsk: JSC Izhevsk Plastics Plant. 2007;1-3 (in Russian).
36. Handbook of heat exchangers in two volumes. Translation from English edited by Martynenko O.G. et al. M.: Energoatomizdat. 1987;2:1-352 (in Russian).

Информация об авторах

Антон Владимирович Сильвестров, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., заведующий лабораторией технологического оборудования и механизации сельского хозяйства; e-мейл: asilvestr12@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7360-5794>;

Виктор Афанасьевич Загоруйко, д-р техн. наук, член-корр. НААН, гл. науч. сотр., заведующий лабораторией коньяка; e-мейл: vikzag51@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1350-7551>;

Наталья Борисовна Чаплыгина, науч. сотр. лаборатории технологического оборудования и механизации сельского хозяйства; e-мейл: 79788411864@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4416-4843>;

Людмила Алексеевна Мишунова, мл. науч. сотр. лаборатории технологического оборудования и механизации сельского хозяйства; e-мейл: mil_25@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6804-8842>;

Константин Федорович Феодосиди, гл. инженер-винодел.

Information about authors

Anton V. Silvestrov, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Process Equipment and Mechanization of Agriculture; e-mail: asilvestr12@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7360-5794>;

Viktor A. Zagorouiko, Dr. Techn. Sci., Corresponding Member of the National Academy of Agrarian Sciences (NAAS), Chief Staff Scientist, Head of the Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: vikzag51@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1350-7551>;

Nataliya B. Chaplygina, Staff Scientist, Laboratory of Process Equipment and Mechanization of Agriculture; e-mail: aurum.22@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4416-4843>;

Lyudmila A. Mishunova, Junior Staff Scientist, Laboratory of Process Equipment and Mechanization of Agriculture; e-mail: mil_25@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6804-8842>;

Konstantin F. Feodosidi, Chief Engineer Winemaker.

Статья поступила в редакцию 22.08.2022, одобрена после рецензии 26.08.2022, принята к публикации 30.08.2022.