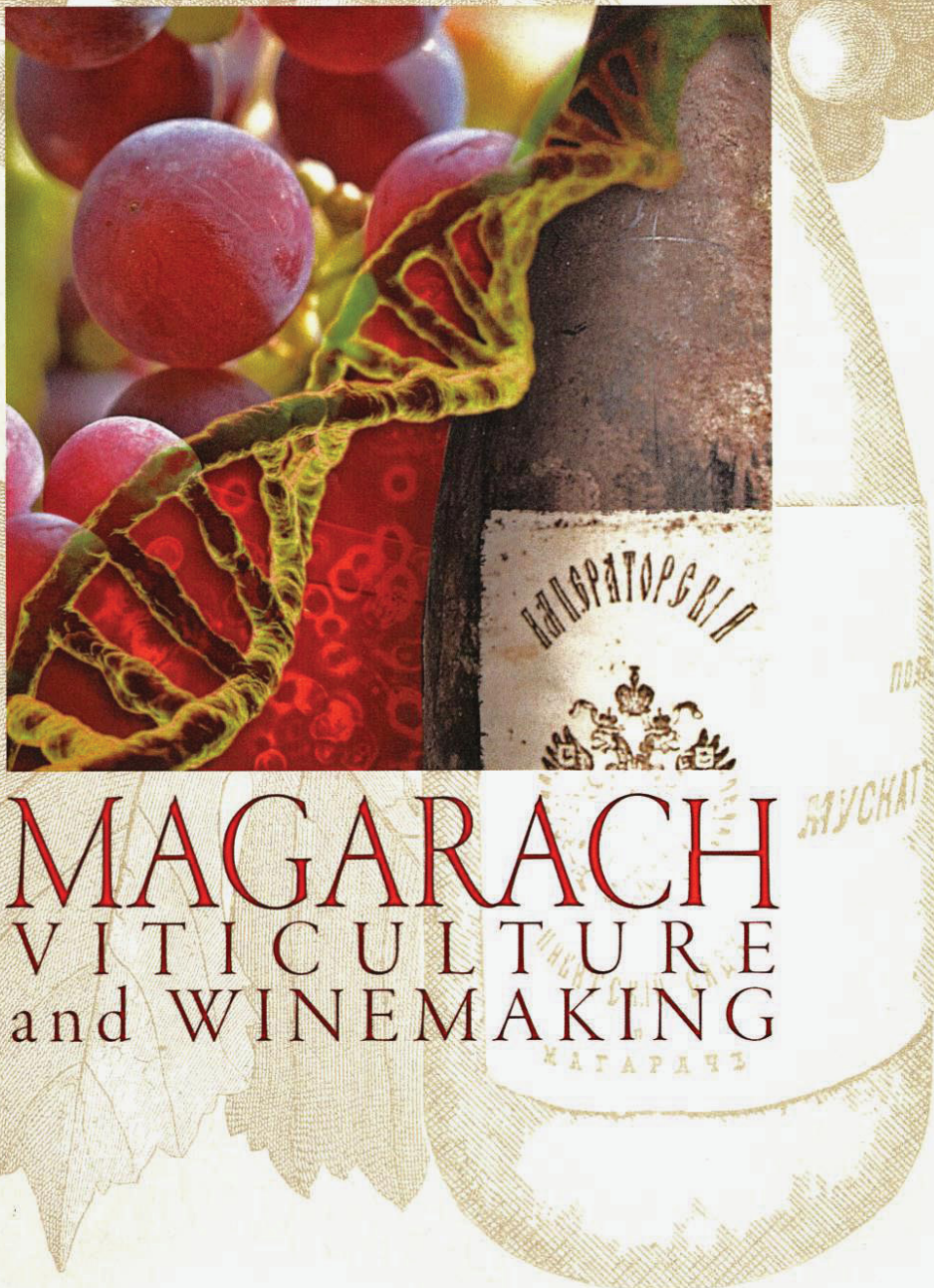


ISSN 2309-9305  
2023•25•3

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 РИИЦ, входит в «Перечень ... ВАК» по специальности:

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (биологические науки)

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки)

4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

**Подписной индекс** в каталоге «Пресса России» - 58301

**Редакторы:** Клепайло А.И., Зименс Е.Е.

**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](mailto:edi_magarach@mail.ru)

Статьи для публикации подаются на сайте: [magarach-journal.ru](http://magarach-journal.ru)

Дата выхода в свет 20.09.2023 г.

Формат 60 x 84 1/8. Объем 12,5 п.л. Тираж 90 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: [priemnaaya@magarach-institut.ru](mailto:priemnaaya@magarach-institut.ru)

© ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН», 2023  
ISSN 2309-9305

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

**Бейбулатов М.Р.**, д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр. лаборатории агротехнологий винограда, ФГБНУ «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

**Волкова Г.В.**, д-р биол. наук, зам. директора, зав. лабораторией иммунитета растений к болезням ФГБНУ ВНИИБЭР (Россия)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Макаров А.С.**, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории игристых вин, ФГБНУ «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., научный руководитель ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности - филиал ФГБНУ «ФНЦПС им. В.М. Горбатова» РАН (Россия)

**Остроухова Е.В.**, д-р техн. наук, гл. науч. сотр. лаборатории тихих вин, ФГБНУ «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

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

**Панахов Т.М.** олы, канд. техн. наук, доцент, НИИВиВ Республики Азербайджан (Азербайджан)

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

**Петров В.С.**, д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. научного центра «Виноградарство» ФГБНУ 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, Кишинёв (Республика Молдова)

**Салимов Вугар**, д-р с.-х. наук, директор НИИВиВ Республики Азербайджан (Азербайджан)

**Странишевская Е.П.**, д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр., зав. лабораторией органического виноградарства ФГБНУ «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)

**Файла 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](http://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 Plant Immunity to Diseases 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, Director of 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, Academic Advisor 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. Gorbatoev of the RAS; Russia

**Osvaldo 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

**Panasuyuk 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. Gorbatoev of the RAS; Russia

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

- 226 Янтарный Магарача – новый сорт винограда селекции Института «Магарач»

Лиховской В.В., Волынкин В.А., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Рыбаченко Н.А., Васылык И.А., Авидзба А.М.

Оригинальное исследование

- 232 Первичная сборка и филогенетический анализ пластов *Vitis sylvestris* Gmel. Майкопской популяции

Савенкова Д.С., Елисютикова А.В., Милованов А.В., Хачумов В.А., Астапчук И.Л., Трошин Л.П.

Оригинальное исследование

- 239 Определение сортовой принадлежности образцов ампелографической коллекции «Магарач» с использованием молекулярных маркеров

Корнильев Г.В., Рисованная В.И., Рязанкина Я.Ю.

Оригинальное исследование

- 245 Наследуемость и изменчивость продолжительности вегетационного периода в первом гибридном поколении винограда (F<sub>1</sub>)

Салимов В.С., Гусейнова А.С., Эюбова Л.Р., Шюкурова В.Н., Алыев Х.И.

ВИНОГРАДАРСТВО \_\_\_\_\_

Оригинальное исследование

- 253 Изучение донского аборигенного сорта винограда Мушкетный на коллекции в Нижнем Придонуе

Наумова Л.Г., Ганич В.А.

ПЛОДОВОДСТВО \_\_\_\_\_

Оригинальное исследование

- 259 Влияние сроков съема плодов яблони на лежкость и товарные качества при хранении

Денисова О.А.

Оригинальное исследование

- 266 Оценка экономической эффективности выращивания новых сортов и гибридных форм яблони и малины селекции «НБС-ННЦ»

Халилов Э.С., Челебиев Э.Ф., Арифова З.И.

Оригинальное исследование

- 271 Экономическая эффективность выращивания саженцев персика на клоновых подвоях

Танкевич В.В., Сотник А.И., Попов А.И.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ \_\_\_\_\_

Оригинальное исследование

- 276 Влияние бактериальной и грибной инокуляции на физиолого-биохимические параметры листьев укорененных черенков винограда

Волынчук Н.Н., Кабашникова Л.Ф., Пашкевич Л.В., Лукша Б.И., Доманская И.Н.

ВИНОДЕЛИЕ \_\_\_\_\_

Оригинальное исследование

- 284 Селекция методом улучшающего отбора дрожжей вида *Kluyveromyces marxianus* и выбор лучшего продуцента эндополигалактуроназы

Шаламитский М.Ю., Танащук Т.Н., Иванова Е.В., Загоруйко В.А.

Оригинальное исследование

- 291 Сравнительная характеристика виноматериалов из белых сортов винограда, выращенного в различных виноградо-винодельческих районах Крыма

Аникина Н.С., Гержилова В.Г., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Сластья Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А.

Оригинальное исследование

- 298 Органические кислоты в виноматериалах из аборигенных белых сортов винограда

Макаров А.С., Лиховской В.В., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А., Хорошко А.А., Яланецкий А.Я., Полулях А.А., Сластья Е.А., Олейникова В.А.

Оригинальное исследование

- 307 Антиоксидантная активность белых виноградных вин

Вяткин А.В., Арисов А.В., Чугунова О.В.

Оригинальное исследование

- 312 Фенольный профиль молодых побегов винограда сорта Каберне Совиньон, произрастающего в условиях Южного берега Крыма

Жилякова Т.А., Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М.

ИНФОРМАЦИЯ \_\_\_\_\_

- 319 Вклад Наримана Абдулхаликовича Алиева в науку и практику отечественного виноградарства

SELECTION AND NURSERY \_\_\_\_\_

ORIGINAL RESEARCH

- 226 'Yantarnyi Magaracha' - a new grapevine cultivar bred in the Institute Magarach

Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Vasylyk I.A., Avidzba A.M.

ORIGINAL RESEARCH

- 232 Primary assembly and phylogenetic analysis of *Vitis sylvestris* Gmel. chloroplast genomes from the Maykop population

Savenkova D.S., Elisyutikova A.V., Milovanov A.V., Khachumov V.A., Astapchuk I.L., Troshin L.P.

ORIGINAL RESEARCH

- 239 Determining the varietal affiliation of samples of the Ampelographic Collection Magarach using molecular markers

Korniliev H.V., Risovannaya V.I., Ryazankina Ya.Yu.

ORIGINAL RESEARCH

- 245 Heredity and variability of vegetation period duration in the first hybrid generation of grapes (F<sub>1</sub>)

Salimov V.S., Huseynova A.S., Shukurova V.N., Eyyubova L.R., Aliyev H.I.

VITICULTURE \_\_\_\_\_

ORIGINAL RESEARCH

- 253 The study of Don aboriginal grape variety 'Mushketnyj' at the Lower Don regional collection

Naumova L.G., Ganich V.A.

FRUIT GROWING \_\_\_\_\_

ORIGINAL RESEARCH

- 259 The effect of timing for harvesting apple fruits on keeping and commercial qualities during storage

Denisova O.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 266 Economic effectiveness evaluation of cultivating new apple and raspberry varieties and hybrid forms bred in the NBG-NSC

Khalilov E.S., Chelebiev E.F., Arifova Z.I.

ORIGINAL RESEARCH

- 271 Economic effectiveness of cultivating peach seedlings on clonal rootstocks

Tankevich V.V., Sotnik A.I., Popov A.I.

PLANT PROTECTION \_\_\_\_\_

ORIGINAL RESEARCH

- 276 The effect of bacterial and fungal inoculation on physiological and biochemical parameters of the leaves of rooted grape cuttings

Volynchuk N.N., Kabashnikova L.F., Pashkevich L.V., Luksha V.I., Domanskaya I.N.

WINEMAKING \_\_\_\_\_

ORIGINAL RESEARCH

- 284 Selection of yeast species *Kluyveromyces marxianus* and choice of endopolygalacturonase top producer using the method of improving selection

Shalamitskiy M.Yu., Tanashchuk T.N., Ivanova E.V., Zagorouiko V.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 291 Comparative characteristics of base wines from white grape varieties grown in various viticultural and winemaking regions of Crimea

Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Cherviak S.N., Gnilomedova N.V., Vesytova A.V., Slastia E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 298 Organic acids in base wines from aboriginal white grape varieties

Makarov A.S., Likhovskoi V.V., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V., Timoshenko E.A., Khoroshko A.A., Yalanetsky A.Ya., Polulyakh A.A., Slastia E.A., Oleinikova V.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 307 Antioxidant activity of white grape wines

Vyatkin A.V., Arisov A.V., Chugunova O.V.

ORIGINAL RESEARCH

- 312 Phenolic profile of young shoots of 'Cabernet Sauvignon' grapevine cultivar growing in the South Coast of Crimea conditions

Zhilyakova T.A., Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E., Solovyova L.M.

INFORMATION \_\_\_\_\_

- 319 Contribution of Nariman Abdulkhalikovich Aliyev to the science and practice of national viticulture

Дорогие коллеги!

В третьем номере журнала мы традиционно подводим итоги – предварительные, промежуточные, ибо таков календарь агрария: наступило время сбора урожая винограда, начала сезона виноделия. В этом году для «Магарача» есть и другие доводы для осмысления пути: мы достигли 195-летия со дня основания научного центра. Время ответственности или бремя ответственности – решать нам. Что сделано? После 12-летнего перерыва, на новом месте, с новым оборудованием и в условиях новой регуляторной политики заработал наш экспериментальный винзавод. Он полностью готов принимать урожай винограда 2023 года. Виноделам будет непросто «вытянуть» добротные виноматериалы: в нынешнем году с его обилием дождей в первой половине лета на Юге России сложились благоприятные условия для вредителей и болезней винограда. Участники рынка вина заявляют о необходимости создания баланса между отечественными производителями и теми, кто работает с более дешевым импортным сырьем. Вот в таких условиях мы вливаем свою каплю в благоуханное море продукции, называемое «Вино России». Считаю, что теперь мы имеем полное право спросить с ученых виноделов их вклад в развитие отрасли: новые марки вин, в том числе из новых сортов винограда и новые технологические приемы.

Наша традиционная Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции науки, инновационные технологии в виноградарстве и виноделии» впервые прошла в новом формате. Экспресс-опрос гостей дал такие ответы: «Деловой разговор», «Было интересно», «Есть о чем подумать». Участники форума – ученые, виноделы-гажрачки, представители бизнеса сформировали актуальную повестку дня отрасли: прогнозирование, аутсорсинг, наличие междисциплинарных исследований. Очевидно, именно в этих направлениях должен развиваться или реформироваться институт. Впервые был зарезервирован целый день для проектов студентов. Девяносто семь человек имели возможность узнать о профессии «из первых рук» – знаковые фигуры крымского виноделия не скрывали проблемных моментов, рассказывая о себе в «Винных историях».

Все ценные предложения мы постарались включить в решение конференции, учесть при выработке концепции развития фундаментальных и прикладных наук. Сегодня, когда институт формирует Стратегию развития виноградно-винодельческой отрасли России, конференция помогла предусмотреть в этом документе аспекты, которые возможно реализовать научным организациям совместно с вузами, бизнесом и законодательной поддержкой.

Общую идею конференции, по-моему, точно изложила руководительница одной из машиностроительных компаний. Она рассказала, что во время подготовке к видеоконференции с партнерами сын предложил: «Мама, давай, ты будешь рассказывать, а показывать будут меня». Вот оно, будущее, рядом и уже заявляет о себе. Конференция показала, что се-



годня есть те, кто берет ответственность за завтрашний день, за прогресс и процветание родной земли – совсем так, как это делали отцы-основатели «Магарача» 195 лет назад.

В настоящем номере журнала представлены статьи в области селекции и питомниководства, виноградарства и защиты растений: дается описание нового сорта Янтарный Магарача, приводится первичная сборка и филогенетический анализ пластов *Vitis sulvestris* Gmel.; сообщается об определении сортовой принадлежности образцов ампелографической коллекции института «Магарач» с использованием молекулярных маркеров. На коллекции в Нижнем Придонье изучался аборигенный сорт винограда Мушкетный. Публикуется также статья о наследственности и изменчивости продолжительности вегетационного периода в первом гибридном поколении винограда F<sub>1</sub>. Раздел защиты растений представлен исследованием влияния бактериальной и грибной инокуляции на физиолого-биохимических параметры листьев укорененных черенков винограда.

Раздел виноделия открывает статья, посвященная селекции дрожжей вида *Kluyveromyces marxianus* и выбору лучшего продуцента эндополигалактуроназы. Виноматериалы из белых сортов винограда, произрастающих в различных районах Крыма, послужили предметом нескольких исследований. Так, дается их сравнительная характеристика; рассматривается содержание органических кислот в виноматериалах из аборигенных сортов; исследуется антиоксидантная активность белых виноградных вин. Создание новых функциональных продуктов питания на основе винограда послужило основой для изучения фенольного профиля молодых побегов винограда сорта Каберне Совиньон.

Главный редактор  
Владимир Лиховской

## Янтарный Магарача – новый сорт винограда селекции Института «Магарач»

Лиховской В.В., Волынкин В.А., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В.✉, Рыбаченко Н.А.,  
Васылык И.А., Авидзба А.М.

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

✉zinaida\_kv@mail.ru

**Аннотация** В статье представлено ампелографическое описание и результаты исследований 2018–2021 гг. по оценке хозяйственно ценных свойств нового технического сорта винограда среднего срока созревания селекции Института «Магарач» – Янтарный Магарача, полученного путем скрещивания сортов Кок пандас x Спартанец Магарача. Установлено, что в изучаемой популяции по показателю коэффициенту плодоношения 33,3 % сеянцев превосходят среднепопуляционное значение ( $K=0,95$ ), достигая в среднем 0,97–1,22. По признаку средняя масса грозди у 33,0 % сеянцев наблюдается превышение среднепопуляционного значения от 175,0 до 210,0 г. По признаку массовая концентрация сахаров 40,0 % сеянцев превосходит среднепопуляционное значение, варьируя от 234,0 до 259,0 г/дм<sup>3</sup>. У 33,3 % сеянцев в популяции по показателю продуктивности побега по сырой массе грозди отмечается превышение среднепопуляционного значения, эта величина колеблется от 161,0 до 256,0 г/побег. Исследования выполнены на селекционном участке п. Вилино, Бахчисарайского района. В ходе изучения данной популяции был выделен в элиту сеянец Магарач № 11-08-13-3 (новый сорт винограда Янтарный Магарача). Средняя масса грозди составляет 242,0 г, урожай с куста – 4,28 кг, максимальная масса грозди – 252,0 г, средняя масса ягоды – 2,2 г. По показателям средняя масса грозди, массовая концентрация сахаров, урожай с куста сорт Янтарный Магарача (ГФ № 11-08-13-3) превосходит контрольный сорт Алиготе. Средняя дегустационная оценка столового виноматериала 7,71 балла, десертного 7,80 балла. Подана заявка № 84688/7853112 дата приоритета 25.10.2021 в ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» на регистрацию и выдачу патента на селекционное достижение «Сорт винограда Янтарный Магарача», что позволит пополнить сортимент технических сортов винограда среднего срока созревания.

**Ключевые слова:** генеративная селекция; виноград; автохтонный сорт; сеянец; популяция; агробиологические показатели; технологическая оценка.

**Для цитирования:** Лиховской В.В., Волынкин В.А., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Рыбаченко Н.А., Васылык И.А., Авидзба А.М. Янтарный Магарача – новый сорт винограда селекции Института «Магарач» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):226-231. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.001.

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

## ‘Yantarnyi Magaracha’ - a new grapevine cultivar bred in the Institute Magarach

Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Studennikova N.L., Kotolovets Z.V.✉, Rybachenko N.A.,  
Vasylyk I.A., Avidzba A.M.

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

✉zinaida\_kv@mail.ru

**Abstract.** The article presents ampelographic description and results of studies in 2018–2021 on assessing of economically valuable traits of new wine grapevine cultivar of medium ripening bred in the Institute Magarach – ‘Yantarnyi Magaracha’, obtained by crossing of ‘Kok Pandas’ x ‘Spartanets Magaracha’ varieties. It is established that in the studied population, in terms of the fruiting coefficient, 33.3 % of seedlings exceed the average population value ( $K = 0.95$ ), reaching an average of 0.97–1.22. According to the average bunch weight, this indicator in 33.0 % of seedlings is observed to exceed the average population value from 175.0 to 210.0 g. The indicator of mass concentration of sugars exceeds the average population value in 40.0 % of seedlings, varying from 234.0 to 259.0 g/dm<sup>3</sup>. In 33.3 % of seedlings in the population, shoot productivity in accordance with raw bunch weight exceeds the average population value from 161.0 to 256.0 g/shoot. The studies were carried out in the breeding plot of Vilino village, Bakhchisaray district. In the course of studying this population, the seedling Magarach No. 11-08-13-3 (a new grapevine cultivar ‘Yantarnyi Magaracha’) is identified as the elite. Its average bunch weight is 242.0 g, the yield per bush is 4.28 kg, the maximum bunch weight is 252.0 g, the average weight of a berry is 2.2 g. In terms of such indicators as the average bunch weight, mass concentration of sugars, yield per bush, the cultivar ‘Yantarnyi Magaracha’ (GF No. 11-08-13-3) exceeds the control variety ‘Aligote’. The average tasting score of table base wines is 7.71 points, dessert base wines - 7.80 points. Application No. 84688/7853112 with priority date 25.10.2021 is submitted to the State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Inventions to register and issue the patent for breeding invention ‘Yantarnyi Magaracha Grapevine Cultivar’, which will allow enriching the assortment of wine grape cultivars of medium ripening.

**Key words:** generative selection; grapes; autochthonous variety; seedling; population; agrobiological indicators; technological assessment.

**For citation:** Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Vasylyk I.A., Avidzba A.M. ‘Yantarnyi Magaracha’ - a new grapevine cultivar bred in the Institute Magarach. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):226-231. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.001 (in Russian).

## Введение

Одним из основных направлений в селекционной работе ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» является совершенствование сортимента винограда Российской Федерации с учетом агроклиматических условий его культивирования путем выведения новых сортов методом генеративной селекции. Для ускорения селекционного процесса разработано направление по выведению сортов винограда нового поколения – аналогов крымских автохтонов – высокопродуктивных и высококачественных, несущих в себе генетическую адаптивность к условиям среды обитания, при этом обладающих генетически обусловленными признаками устойчивости к биотическим и абиотическим факторам [1–3].

Из 42 крымских автохтонных винных сортов винограда более 25 из них (Шабаш, Эким кара, Кандаваста, Тергульмек, Сары пандас, Танагоз, Дардаган, Демир кара, Джеват кара, Богос зерва, Кефесия, Коккур белый, Коккурдес белый, Мискет, Ташлы, Херсонесский, Солнечнодолинский, Солдайя, Капсельский, Мисгюли кара, Сых дане, Насурла, Манжил ал, Кутлакский черный, Артин зерва и др.) удовлетворяют требованиям виноделия, однако в производственных насаждениях культивируется не более 10 сортов. Значительная часть крымских автохтонов имеет функционально женский тип цветка, что влияет на стабильность оплодотворения, урожайность и напрямую зависит от климатических условий возделывания и подбора сортов-опылителей. В настоящее время наблюдается расширение насаждений крымских автохтонных сортов технического направления из исторически сложившихся ареалов произрастания (восточная часть Южного побережья Крыма, п. Солнечная долина) в западный предгорно-приморский район Крыма [4, 5]. Интерес к использованию автохтонных сортов в виноделии основан на уникальности их органолептических характеристик за счет определенного терруара возделывания и особенностей сортовой специфики, а также способности автохтонов расти и плодоносить на тяжелых глинистых почвах с сильным хлоридно-сульфатным засолением и адаптацией к засушливым климатическим условиям исторического ареала. В связи с глобальным изменением климата, проявляющемся в повышении температуры окружающей среды и увеличении дефицита пресной воды, устойчивость автохтонных сортов к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям и их засухоустойчивость имеет особое значение для развития аутентичного виноградарства и виноделия, генеративной селекции и клонового улучшения [6, 7].

Актуальность данных исследований заключается в разработке путей практической селекции, изучении изменчивости и наследственности основных хозяйственно ценных признаков с конечной целью выведения и внедрения аналогов крымских автохтонных сортов в производство. В свете создания сортов нового поколения уже выведен сорт технического направления использования Кефесия Магарача (ГФ № 10-8-3), выделенный из популяции сеянцев Кефесия x Ифиге-

ния. Подана заявка № 71176/8355996 дата приоритета 28.11.2016 в ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» на регистрацию и выдачу патента на селекционное достижение «Сорт винограда Кефесия Магарача» [1].

В настоящее время в Институте «Магарач» создан уникальный межвидовой генофонд винограда (селекционные участки п. Вилино, Бахчисарайского района и п. Партенит), позволяющий изучить принципы биологической изменчивости в потомстве селекционных, местных и автохтонных сортов винограда, получить новые доноры ценных признаков и разработать селекционные программы, направленные на создание сортов, сочетающих высокую потенциальную урожайность и устойчивость к стресс-факторам.

**Цель работы** – создание технического сорта винограда с участием крымских автохтонных сортов среднего срока созревания с высокой продуктивностью и качеством урожая для расширения сортимента сырья, используемого в винодельческой промышленности.

## Материалы и методы исследования

Лабораторные и полевые эксперименты проводились в лаборатории генеративной и клоновой селекции в 2018–2021 гг. В изучаемой популяции Кок пандас x Спартанец Магарача в качестве материнской формы был использован Кок пандас – крымский технический сорт винограда средне-позднего срока созревания (145 дней), относящийся к эколого-географической группе западноевропейских сортов. Средний вес грозди – 160–180 г, цилиндрическая, средней плотности. Горошение ягод небольшое. Ягода средняя, округлая, слегка сплюснутая, желтовато-зеленая с восковым налетом. Кожица плотная, мякоть мясисто-сочная. Вкус приятный. Массовая концентрация сахаров – 186,0–226,0 г/дм<sup>3</sup>, кислотность – 5,5–8,0 г/дм<sup>3</sup>. Урожайность высокая – до 130 ц/га. Используется для приготовления десертных вин в смеси с другими местными сортами [8]. В качестве отцовской формы использовали **Спартанец Магарача** – технический сорт винограда раннесреднего срока созревания (125–130 дней). Средний вес грозди – 230–300 г, цилиндрико-коническая, средней плотности. Ягода средняя, овальная, янтарная. Кожица тонкая, мякоть сочная. Вкус гармоничный, с легким чабрецово-мускатным ароматом. Сахаристость – 24–26 %, кислотность – 8–11 г/л. Лоза вызревает хорошо. Коэффициент плодоношения составляет 1,8, плодоносности – 2. Урожайность высокая. Сорт винограда Спартанец Магарача имеет морозоустойчивость -23 °С, устойчив к основным грибным заболеваниям. Филлоксероустойчивость несколько повышена. Нагрузка составляет 50–70 глазков на куст. Обрезка на 5–6 глазков. Спящие и замещающие почки часто плодоносны. Виноград используется для приготовления различных типов белых вин высокого качества, соков [9].

Объектом исследования является сорт винограда Янтарный Магарача (ГФ № 11-08-13-3). Для исследования были взяты по 9 кустов исходных форм и 11 кустов нового сорта.



В 1992 году на Государственное испытание как результат скрещивания сортов Мускат янтарный и Антей Магарачский был принят сорт столового направления использования Янтарный Магарача селекции Института «Магарач», который в последствии был удален из Госреестра. В результате проведения инвентаризации Ампелографической коллекции «Магарач» (п. Вилино, Бахчисарайского района) в 2020–2021 гг. установлено отсутствие саженцев столового сорта Янтарный Магарача, высаженных в 2004 г. На других селекционных участках данный сорт также отсутствует, следовательно, считается, что он выбыл из Коллекции. В связи с этим фактом технической гибридной форме ГФ № 11-08-13-3 было решено дать название «Янтарный Магарача».

Полевые исследования выполнены на селекционном участке п. Вилино, Бахчисарайского района. Климат Крымского западно-приморского предгорного района характеризуется среднегодовой температурой +10,4 °С, а колебание температуры между самым холодным и теплым месяцем определяется в 21 °С. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 207–210 дней, а сумма активных температур – 3560 °С. Почвенный покров на участке представлен черноземом южным высококарбонатным. За год выпадает от 450 до 600 мм осадков. Больше осадков выпадает в летнее время. Влажность воздуха в период вегетации винограда высокая – 66 %. В отдельные годы при вторжении холодных масс воздуха отмечается кратковременное понижение температуры до минус 22 °С [10].

Агробиологические показатели и ампелографическое описание выполняли с использованием классических методик [11-13]. Для определения химического состава ягод винограда использовали следующие показатели и методы определения:

– массовая концентрация сахаров в винограде – по ГОСТ 27198-87 «Виноград свежий. Методы определения массовой концентрации сахаров»;

– массовая концентрация титруемых кислот – по ГОСТ 32114-2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот».

#### Результаты и их обсуждение

Установлено, что по показателю коэффициент плодородия 33,3 % сеянцев превосходят среднепопуляционное значение ( $K=0,95$ ), достигая в среднем 0,97–1,22 (табл. 1). По признаку средняя масса грозди

**Таблица 1.** Агробиологические показатели сеянцев в популяции Кок пандас × Спартанец Магарача, средние данные за 2018–2021 гг.

**Table 1.** Agrobiological indicators of seedlings in the population 'Kok Pandas' × 'Spartanets Magarach', average data for 2018–2021

№	Кок пандас х Спартанец Магарача	Коэффициент плодородия	Масса грозди, г	Урожай с куста, кг	Массовая концентрация сахаров, г/дм <sup>3</sup>	Продуктивность побега по сырой массе грозди, г/побег
1	11-08-13-1	0,91	155	1,63	226	140,95
2	11-08-13-2	0,935	155	1,70	225	144,9
3	11-08-13-3	1,22	210	3,25	259	256,1
4	11-08-13-4	0,93	150	1,935	228	138,85
5	11-08-14-1	1,00	162,5	2,115	233	162,5
6	11-08-14-2	0,975	165	2,225	230	161,0
7	11-08-14-3	0,92	142,5	2,0	238	131,05
8	11-08-14-4	1,00	185	1,85	227	184,7
9	11-08-15-1	1,025	162,5	1,87	232	166,5
10	11-08-16-3	0,915	165	1,89	231	150,8
11	11-08-16-4	0,845	185	1,835	234	154,9
12	11-08-17-1	0,905	155	1,78	237	140,4
13	11-08-17-2	0,88	175	2,185	229	154,35
14	11-08-17-3	0,95	162,5	2,36	236	154,0
15	11-08-17-4	0,84	155	1,63	237	130,65
	Среднее значение	0,95	165,67	2,02	233,47	158,11
	Коэффициент вариации	9,686	10,290	20,012	3,517	19,378
	Ошибка средней	0,024	4,401	0,104	2,120	7,911
16	Кок пандас	0,89	172,5	2,41	227	153,45
	Коэффициент вариации	1,589	6,14875	4,10767	0,623	4,56198
	Ошибка средней	0,01	7,5	0,07	1,0	4,95
17	Спартанец Магарача	1,09	190	3,03	232	205,7
	Коэффициент вариации	18,1642	7,44323	1,40021	1,21915	10,7939
	Ошибка средней	0,14	10,0	0,03	2	15,7

у 26,7 % сеянцев наблюдается превышение среднепопуляционного значения от 175,0 до 210,0 г. По признаку массовая концентрация сахаров 40,0 % сеянцев превосходят среднепопуляционное значение, варьируя от 234,0 до 259,0 г/дм<sup>3</sup>. У 33,3 % сеянцев в популяции по показателю продуктивность побега по сырой массе грозди отмечается превышение среднепопуляционного значения, эта величина колеблется от 161,0 до 256,0 г/побег.

В ходе изучения данной популяции в 2021 г. была выделена в элиту лучшая гибридная форма технического направления использования Магарач № 11-08-13-3, отличающаяся более высокими агrobiологическими показателями от других сеянцев данной популяции.

*Основные ампелографические характеристики.* Верхушка молодого побега полностью открытая, покрыта густым паутинистым опушением. Первые отдельные листики светло-медно-красного цвета. Взрослый лист крупный, округлый, слабо рассечённый, пятилопастный. Опушение листа паутинистое, среднее, сбитое в комочки. Пластинка листа изогнутая, слабо воронковидная. Верхние боковые вырезки слегка перекрывающиеся. Нижние вырезки едва намеченные. Черешковая выемка открытая наполовину, лировидная. Зубчики на концах лопастей крупные, треугольные с широким основанием. Боковые зубчики крупные треугольные с прямыми сторонами. Черешок имеет красно-винный цвет. Длина черешка равна или короче главной жилки листа. Цветок обоеполюй. Гроздь среднего размера, цилиндро-коническая, средней плотности (рис.). Ягода средняя, округлая, зелено-желтого цвета, кожица тонкая. Мякоть сочная. Вкус простой, гармоничный. Семян в ягоде 2–3, мелкого размера.

Среднепоздняя дата начала распускания почек – 24 апреля. Промышленная зрелость ягод наступает 6 сентября. Соответственно, среднее число дней от начала распускания почек до съемной зрелости ягод у ГФ № 11-08-13-3 (сорт Янтарный Магарача) составляет 135 дней.

ГФ № 11-08-13-3 (Янтарный Магарача) – технический сорт винограда среднего срока созревания с высокой продуктивностью и качеством урожая. Средняя урожайность с куста за годы исследований составила



**Рис.** Гроздь винограда ГФ № 11-08-13-3 (сорт Янтарный Магарача)

**Fig.** A bunch of grapes GF No. 11-08-13-3 ('Yantarnyi Magarach' grapevine cultivar)

**Таблица 2.** Показатели продуктивности и качества урожая сорта ГФ № 11-08-13-3 (Янтарный Магарача)

**Table 2.** Indicators of productivity and crop quality of the cultivar GF No. 11-08-13-3 ('Yantarnyi Magarach')

Сорт	Годы исследований	Урожай с 1 куста, кг	Урожайность с 1 гектара, ц	Средняя масса грозди, г	Максимальная масса грозди, г	Средняя масса ягоды, г	Максимальная масса ягоды, г	Массовая концентрация сахаров в ягодах, г/дм <sup>3</sup>	Массовая концентрация титруемых кислот в ягодах, г/дм <sup>3</sup>
Алиготе (К)	2018	3,2	71,1	120,0	145,0	1,5	1,6	196,0	7,2
	2019	3,0	66,7	115,0	134,0	1,3	1,5	192,0	7,2
	2020	3,4	75,5	125,0	140,0	1,4	1,6	194,0	7,3
	2021	3,2	71,5	120,0	140,0	1,3	1,4	197,0	7,0
Среднее значение		3,2	71,2	120	139,75	1,375	1,525	194,75	7,175
Стандартное отклонение		0,1	3,6	4,1	4,5	0,1	0,1	2,2	0,1
Коэффициент вариации (V, %)		6,8	5,1	3,4	3,2	7,0	6,3	1,1	1,8
ГФ № 11-08-13-3 (Янтарный Магарача)	2018	4,5	100,0	233,0	252,0	2,3	2,4	213,0	6,6
	2019	4,0	88,9	210,0	234,0	2,0	2,2	211,0	6,4
	2020	4,3	95,5	220,0	242,0	2,3	2,4	215,0	6,5
	2021	4,3	95,0	215,0	242,0	2,2	2,4	215,0	6,4
Среднее значение		4,28	94,85	219,50	242,50	2,20	2,35	213,50	6,48
Стандартное отклонение		0,21	4,56	9,88	7,37	0,14	0,10	1,91	0,10
Коэффициент вариации (V, %)		4,82	4,81	4,50	3,04	6,43	4,26	0,90	1,48

4,3 кг с куста, 94,8 ц/га. Масса грозди колеблется в пределах от 210,0 г до 252,0 г (табл. 2). По показателям «средняя масса грозди, массовая концентрация сахаров», «урожай с куста ГФ № 11-08-13-3 (Янтарный Магарача) превосходит контрольный сорт Алиготе. Пригоден для культивирования в Крымском западно-приморском предгорном районе при общепринятой схеме посадки на селекционном участке 3х1,5.

При изучении ГФ № 11-08-13-3 (Янтарный Магарача) из урожая были приготовлены высококачественные белые столовые и десертные вина (табл. 3). Дегустация проводилась в соответствии с Положением о дегустационной комиссии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», утвержденным 17.06.2017 г., с изменениями в приказе № 69-од от 17.10.2019 г. по 8-балльной шкале оценки. Контрольным сортом для сравнения был взят классический винный сорт Алиготе среднего срока созревания.

Согласно дегустационным оценкам столовые и десертные виноматериалы, приготовленные из ГФ № 11-08-13-3 (Янтарный Магарача), являются перспективными как для столового, так и десертного виноделия.

### Выводы

На основе изучения агробинологических показателей и фенологических наблюдений за 2018–2021 гг. в популяции Кок пандас × Спартанец Магарача в элиту выделена ГФ № 11-08-13-3 среднего срока созревания, на которую подана заявка № 84688/7853112 дата приоритета 25.10.2021 в ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» на регистрацию и выдачу патента на селекционное достижение «Сорт винограда Янтарный Магарача», что позволит пополнить сортимент технических сортов винограда среднего срока созревания.

### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № НИОКТР: 121071900108-4.

### Financing source

The work was conducted under public assignment No. RD&T: 121071900108-4.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Полулях А.А., Лиховской В.В., Волынкин В.А., Борисенко М.Н., Олейников Н.П., Васылык И.А., Трошин Л.П. Перспективный сорт селекции института «Магарач»: Кефесия Магарача // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2016;4:6-7.
2. Иванченко В.И., Алеша А.Н., Матчина И.Г., Лиховской В.В., Олейников Н.П., Корсакова С.П., Баранова Н.В., Рыбалко Е.Н., Ткаченко О.В. Состояние и перспектива раз-

**Таблица 3.** Физико-химические и органолептические показатели виноматериалов (среднее за 2018–2020 гг.)

**Table 3.** Physicochemical and organoleptic indicators of base wines (average for 2018–2020)

Название, номер образца	Объемная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация сахаров, г/дм <sup>3</sup>	Органолептическая характеристика	Средний дегустационный балл
<b>Белые столовые виноматериалы</b>				
Алиготе (контроль)	11,8		Прозрачное Цвет соломенный Аромат чистый, цветочного направления Вкус полный, гармоничный	7,70
№ 11-08-13-3 (Кок пандас × Спартанец Магарача)	12,9		Прозрачное Цвет соломенный Аромат чистый, медово-цветочного направления с плодовыми оттенками Вкус чистый, свежий, полный	7,71
<b>Десертное белое</b>				
№ 11-08-13-3 (Кок пандас × Спартанец Магарача)	14,5	193,0	Прозрачное Цвет янтарный; Аромат сухофруктовый с медовым оттенком, переходящим во вкус; Вкус полный, округлый, гармоничный.	7,80

вития виноградарства АР Крым. Ялта: НИВиВ «Магарач». 2013:1-168.

3. Рисованная В.И., Гориславец С.М. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022620887 Российская Федерация. База молекулярно-генетических паспортов аборигенных сортов винограда Крыма: № 2021623298: заявл.21.12.2021: опубл. 20.04.2022; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН». <http://magarach-institut.ru/2022/05/19/institute-magarach-poluchil-svidetel/> (дата обращения: 27.02.2023).
4. Дикань А.П., Кривошей И.А. Реализация потенциальной плодородности сорта винограда Кокур белый в горно-долинном приморском районе Крыма при различной длине обрезки лоз // Сельскохозяйственные науки: Сб. науч. тр. Симферополь: КГАУ. 2003;80:108-119.
5. 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.
6. 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.
7. Мукайлов М.Д., Истригова Т.А., Салманов М.М., Магомедов М.Г., Макуев Г.А. Технологические особенности автохтонных технических сортов винограда в условиях Южного Дагестана // Известия Дагестанского ГАУ. 2021;4(12):35-40.
8. Сорт винограда Кок Пандас. <https://lavanda.life/vinogradarstvo-i-vinodelie-v-krymu/554-aborigennye-sorta-vinograda-solnechnoj-doliny.html> (дата обращения: 10.03.2023).

9. Сорт винограда Спартанец Магарача. <https://vinograd.info/sorta/vinnye/spartanec-magaracha.html> (дата обращения: 10.03.2023).
10. Иванченко В.И., Баранова Н.В., Тимофеев Р.Г., Рыбалко Е.А. Рекомендации по размещению промышленных посадок столового винограда в зависимости от его сортового состава и агроэкологических условий местности в АР Крым. Ялта: НИВиВ «Магарач». 2011:1-34.
11. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Мarmorштейн А.А. Методы исследований в виноградарстве. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2021:1-146.
12. Грамотенко П.М., Панарина А.М. Методические рекомендации по изучению сортов винограда в производственных условиях. Ялта: НИВиВ «Магарач». 1992:1-29.
13. Трошин Л.П., Маградзе Д.Н. Ампелогографический скрининг генофонда винограда: учебное наглядное пособие. Краснодар: Куб ГАУ. 2013:1-120.

## References

1. Polulyakh A.A., Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Borisenko M.N., Oleinikov N.P., Vasylyk I.A., Troshin L.P. Kefesiya Magarach - a promising grape variety of the Institute "Magarach" selection. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2016;4:6-7 (in Russian).
2. Ivanchenko V.I., Alyosha A.N., Matchina I.G., Likhovskoi V.V., Oleinikov N.P., Korsakova S.P., Baranova N.V., Rybalko E.N., Tkachenko O.V. Condition and prospects of viticulture development in Crimea. *Yalta: NIV&W Magarach*. 2013:1-168 (in Russian).
3. Risovannaya V.I., Gorislavets S.M. Certificate of state registration of the database No. 2022620887 Russian Federation database of molecular genetic passports of indigenous grape varieties of Crimea: No. 2021623298: application 21.12.2021: published 20.04.2022; applicant FSBSI All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach RAS. <http://magarach-institut.ru/2022/05/19/institute-magarach-poluchil-svidetel/> (date of access 27.02.2023) (in Russian).
4. Dikan A.P., Krivoshey I.A. Realization of potential fruitfulness of the 'Kokur Belyi' grape variety in the Mountain-Valley

- Coastal district of Crimea with different pruning length of vines. *Agricultural sciences: Collection of Scientific Works. Simferopol: CSAU*. 2003;80:108-119 (in Russian).
5. Beybulatov M.R., Urdenko N.A., Tikhomirova N.A., Buival R.A. Capacity assessment of aboriginal and local grapevine cultivars for managing harvest formation process. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2019;57(3):60-71. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-60-71 (in Russian).
6. 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).
7. Mukailov M.D., Isrigova T.A., Salmanov M.M., Magomedov M.G., Makeev G.A. Technological features of autochthonous technical varieties of grapes in the conditions of South Dagestan. *Dagestan SAU Proceedings*. 2021;4(12):35-40 (in Russian).
8. Grape variety 'Kok Pandas'. <https://lavanda.life/vinogradarstvo-i-vinodelie-v-krymu/554-aborigennye-sorta-vinograda-solnechnoj-doliny.html> (date of access 10.03.2023) (in Russian).
9. Grape variety 'Spartanets Magarach'. <https://vinograd.info/sorta/vinnye/spartanec-magaracha.html> (date of access 10.03.2023) (in Russian).
10. Ivanchenko V.I., Baranova N.V., Timofeev R.G., Rybalko E.A. Recommendations for the placement of industrial plantings of table grapes depending on their varietal composition and agroecological conditions of the area in Crimea. *Yalta: NIV&W "Magarach"*. 2011:1-34 (in Russian).
11. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorstein A.A. Research methods in viticulture. *Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW*. 2021:1-146 (in Russian).
12. Gramotenko P.M., Panarina A.M. Methodological recommendations for the study of grape varieties in production conditions. *Yalta: NIV&W Magarach*. 1992:1-29 (in Russian).
13. Troshin L.P., Magradze D.N. Ampelographic screening of grape gene pool: educational visual aid. *Krasnodar: KubSAU*, 2013:1-120 (in Russian).

## Информация об авторах

**Владимир Владимирович Лиховской**, директор института, д-р с.-х. наук; e-mail: [lihovskoy@gmail.com](mailto:lihovskoy@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-3879-0485>;

**Владимир Александрович Волюнкин**, д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. сектора ампеологии; e-mail: [volynkin@magarach-institut.ru](mailto:volynkin@magarach-institut.ru); <https://orcid.org/0000-0002-8799-1163>;

**Наталья Леонидовна Студенникова**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., зав. лабораторией генеративной и клоновой селекции; e-mail: [studennikova63@mail.ru](mailto:studennikova63@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-6304-4321>;

**Зинаида Викторовна Котоловец**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории генеративной и клоновой селекции; e-mail: [zinaida\\_kv@mail.ru](mailto:zinaida_kv@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-5889-9416>;

**Наталья Анатольевна Рыбаченко**, науч. сотр. лаборатории генеративной и клоновой селекции; e-mail: [natalia.natikro@yandex.ru](mailto:natalia.natikro@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0001-5976-3756>;

**Ирина Александровна Васылык**, канд. с.-х. наук; e-mail: [kalimera@inbox.ru](mailto:kalimera@inbox.ru); <https://orcid.org/0000-0002-8231-0613>.

**Анатолий Мканович Авидзба**, д-р с.-х. наук, канд. экон. наук, академик РАН, профессор; e-mail: [svodagro@mail.ru](mailto:svodagro@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-2354-1374>

## Information about authors

**Vladimir V. Likhovskoi**, Dr. Agric. Sci., Director of the Institute; e-mail: [lihovskoy@gmail.com](mailto:lihovskoy@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-3879-0485>;

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

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

**Zinaida V. Kotolovets**, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Generative and Clonal Selection; e-mail: [zinaida\\_kv@mail.ru](mailto:zinaida_kv@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-5889-9416>;

**Natalia A. Rybachenko**, Staff Scientist, Laboratory of Generative and Clonal Selection; e-mail: [natalia.natikro@yandex.ru](mailto:natalia.natikro@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0001-5976-3756>;

**Irina A. Vasylyk**, Cand. Agric. Sci.; e-mail: [kalimera@inbox.ru](mailto:kalimera@inbox.ru); <https://orcid.org/0000-0002-8231-0613>.

**Anatoliy M. Avidzba**, Dr. Agric. Sci., Cand. Econ. Sci., Academician of the RAS, Professor; e-mail: [svodagro@mail.ru](mailto:svodagro@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-2354-1374>

Статья поступила в редакцию 27.03.2023, одобрена после рецензии 13.07.2023, принята к публикации 21.08.2023.

## Первичная сборка и филогенетический анализ пластов *Vitis sylvestris* Gmel. Майкопской популяции

Савенкова Д.С.<sup>1✉</sup>, Елисютикова А.В.<sup>1</sup>, Милованов А.В.<sup>1</sup>, Хачумов В.А.<sup>2</sup>, Астапчук И.Л.<sup>1</sup>, Трошин Л.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Россия, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

<sup>2</sup>Академия биологии и биотехнологии имени Д.И. Ивановского, Южный федеральный университет, Россия, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1

✉dasha\_19.99s@mail.ru

**Аннотация.** Получение знаний о строении генома винограда является актуальным вопросом современной ампелографии, так как позволяет изучить внутривидовое генетическое разнообразие и эволюцию видов *Vitis*. Целью исследования является изучение особенностей строения хлоропластных геномов 6 образцов Майкопской популяции дикого лесного винограда *Vitis sylvestris* Gmel., собранных в результате экспедиционных обследований окрестностей г. Майкопа Республики Адыгея. Для этого были выделены хлоропласты из отобранных образцов листьев на базе Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета. Из образцов хлоропластов выделили тотальную ДНК. Были подготовлены библиотеки ДНК при помощи DNA Preparation (M) Tagmentation Kit. Секвенирование осуществляли на базе Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина на приборе Illumina MiSeq. Сборку геномов проводили при помощи UGENE, аннотацию – при помощи веб-сервиса Chlorobox. Идентифицировали таксономическую принадлежность хлоропластных геномов при помощи NCBI BLAST. В результате работы, изученные образцы были отнесены к дикорастущему виду *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*. Были построены карты строения хлоропластного генома изученных образцов. Самое большое совпадение (100 % по покрытию и идентичности) с референсным геномом *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* INRA:8500Mtp140 (номер GenBank LC501387.1) наблюдалось у образца М6, а наименьшее – у образца М5 (99 % и 99,95 %). Это дает возможность отнести изученные образцы к виду *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*.

**Ключевые слова:** виноград; геном; хлоропласт; секвенирование; *Vitis sylvestris* Gmel.

**Для цитирования:** Савенкова Д.С., Елисютикова А.В., Милованов А.В., Хачумов В.А., Астапчук И.Л., Трошин Л.П. Первичная сборка и филогенетический анализ пластов *Vitis sylvestris* Gmel. Майкопской популяции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):232-238. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.002.

ORIGINAL RESEARCH

## Primary assembly and phylogenetic analysis of *Vitis sylvestris* Gmel. chloroplast genomes from the Maikop population

Savenkova D.S.<sup>1✉</sup>, Elisyutikova A.V.<sup>1</sup>, Milovanov A.V.<sup>1</sup>, Khachumov V.A.<sup>2</sup>, Astapchuk I.L.<sup>1</sup>, Troshin L.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 13 Kalinina str., 350044 Krasnodar, Russia

<sup>2</sup>Academy of Biology and Biotechnology named after D.I. Ivanovskiy, Southern Federal University, 194/1 Stachki ave., 344090 Rostov-on-Don, Russia

✉dasha\_19.99s@mail.ru

**Abstract.** Gaining knowledge about the structure of grape genome is a topical issue of modern ampelography, as it allows studying the intraspecific genetic diversity and evolution of *Vitis* species. The aim of the research is to study structural features of chloroplast genomes of 6 samples from the Maikop population of wild forest grapevines *Vitis sylvestris* Gmel., collected during expeditionary surveys in the Republic of Adygea. For this purpose, chloroplasts from leaf samples were isolated on the basis of the Academy of Biology and Biotechnology named after D.I. Ivanovskiy of the Southern Federal University. Total DNA was isolated from chloroplast samples. Genomic libraries were prepared using DNA Preparation (M) Tagmentation Kit. Sequencing was carried out on the basis of the Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin using the scientific instrument Illumina MiSeq. Genomes were assembled using UGENE, and annotated using Chlorobox web service. The taxonomic affiliation of chloroplast genomes was identified using NCBI BLAST. As a work result, the studied samples were assigned to the wild-growing species *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*. Maps of structure of the chloroplast genome of studied samples were constructed. The highest coincidence (100 % in coverage and identity) with the reference genome of *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* - INRA:8500Mtp140 (GenBank number LC501387.1) was observed in the sample M6, and the lowest was observed in the sample M5 (99 % and 99.95 %). This offers an opportunity to relate these samples to genus *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*.

**Key words:** grapes; genome; chloroplast; sequencing; *Vitis sylvestris* Gmel.

**For citation:** Savenkova D.S., Elisyutikova A.V., Milovanov A.V., Khachumov V.A., Astapchuk I.L., Troshin L.P. Primary assembly and phylogenetic analysis of *Vitis sylvestris* Gmel. chloroplast genomes from the Maikop population. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):232-238. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.002 (in Russian).

### Введение

Виноградные (лат. *Vitaceae*) – экономически важное семейство двудольных растений. Несмотря на большое биологическое разнообразие, из этого се-

мейства в хозяйственной деятельности используется только один вид – *Vitis vinifera* L. Он подразделяется на такие подвиды, как виноград культурный *Vitis vinifera* L. subsp. *sativa* (DC.) Hegi и виноград дикорастущий *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (Gmel.) Hegi. Большинство исследователей и селекционеров придерживаются

гипотезы, что культурный виноград произошел от дикорастущего предка [1–3]. В процессе доместикации этого ценного растения отбирались генотипы с более крупными и сладкими ягодами, что приводило и к отбору гермафродитных форм, упрощавших возделывание [4]. На сегодняшний день нет подтвержденных данных о существовании культурной формы винограда в естественных популяциях. Считается, что преобладание обоеполюх цветков – это основной признак, который отличает дикий виноград от культурного [5].

Как известно, дикие родичи культурных растений являются источниками уникальной генетической изменчивости. В настоящее время селекционеры в своей работе используют информацию о геноме экономически значимых культур. Установлено, что большинство признаков имеют полигенный характер, то есть контролируются комплексом генов. Предполагается, что дикорастущие популяции винограда представлены смесью диких и культурных форм, а также спонтанных гибридов между ними [7–9]. В последние десятилетия появился интерес к изучению полных последовательностей хлоропластных геномов для разрешения филогенетических отношений между покрытосеменными растениями [10]. Так, например, в результате секвенирования хлоропластного генома винограда Arroyo-García и др. (2002) установили, что геном имеет длину 160928 п.н. включая пару инвертированных повторов, а порядок и структура генов идентичны таковым во многих других растительных геномах [11]. Внутривидовой полиморфизм был исследован с помощью микросателлитных маркеров без применения технологий высокопроизводительного секвенирования. В результате для культурного и дикого винограда были идентифицированы хлоротипы (хлоропластные гаплотипы), специфичные для конкретных географических регионов [3].

В результате работы консорциума Grape Genome Program (<https://www6.inra.fr/igpp>) была секвенирована полная последовательность генома культурного винограда сорта Пино Нуар (PN4002) [12–13].

По результатам морфологического описания и генотипирования была создана база данных о локусных состояниях гермплазмы, сохраненной в Российской ампелографической коллекции при АЗОСВиВ (Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия) [13]. Помимо этого, проводится работа по изучению генетического материала аборигенных сортов винограда иными маркерными системами (ISSR, iPBS) [14], также впервые установлены последовательности ДНК редкого лесного винограда *Vitis sylvestris* Gmel. [15–17].

Современный культурный виноград является потомком дикорастущих форм, отобранных человеком. Соответственно он должен сохранять некоторые генетические особенности, свойственные популяциям предков. Сравнение генотипов современных сортов с генотипами из дикорастущих популяций, а также изучение хлоропластных геномов могут показать, какие именно дикорастущие популяции использо-

вались в прошлом для доместикации. Дикие родичи видов сельскохозяйственных культур имеют большое значение для селекционеров в качестве уникальных источников генетической изменчивости для использования в селекционных целях. Таким образом, расшифровка генома винограда является актуальным вопросом современности, так как позволяет изучить внутривидовое генетическое разнообразие и эволюцию видов *Vitis* в целом.

**Цель исследования** – провести анализ особенностей строения хлоропластных геномов 6 образцов дикого лесного винограда *Vitis sylvestris* Gmel. Майкопской популяции.

#### Материалы и методы исследования

В результате проведенных экспедиционных обследований окрестностей г. Майкопа Республики Адыгея, в 2022 г. были собраны образцы листьев дикого лесного винограда, которым присвоены шифры: М1, М2, М3, М4, М5, М6 (М – Майкоп).

Выделение хлоропластов из образцов виноградных листьев и хлоропластной ДНК производили на базе Южного федерального университета в г. Ростова-Дону усовершенствованным методом [18]. Качество и количество выделенной ДНК определили при помощи флуориметра Qubit («ThermoFisher», Германия).

Для определения полной нуклеотидной последовательности хлоропластных геномов винограда были подготовлены библиотеки ДНК при помощи DNA Preparation (M) Tagmentation Kit («Illumina Inc», США). Концентрация библиотек была оценена также при помощи флуориметра Qubit. Секвенирование осуществляли на базе Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина на приборе «Illumina MiSeq» («Illumina Inc», США). Сборку генома *de novo* осуществляли на базе UGENE [19] с использованием алгоритмов SPAdes v.3.15.3 [20]. Качество сборки геномов оценивали с помощью QUAST v.5.0.2 [21]. Идентификацию видовой принадлежности образцов определяли с помощью веб-сервиса NCBI BLAST. Построение дерева правдоподобия осуществляли в программе MEGA 7. Аннотацию геномов проводили при помощи веб-сервиса Chlorobox при сравнении с референсной последовательностью *Vitis sylvestris* NC\_007957.

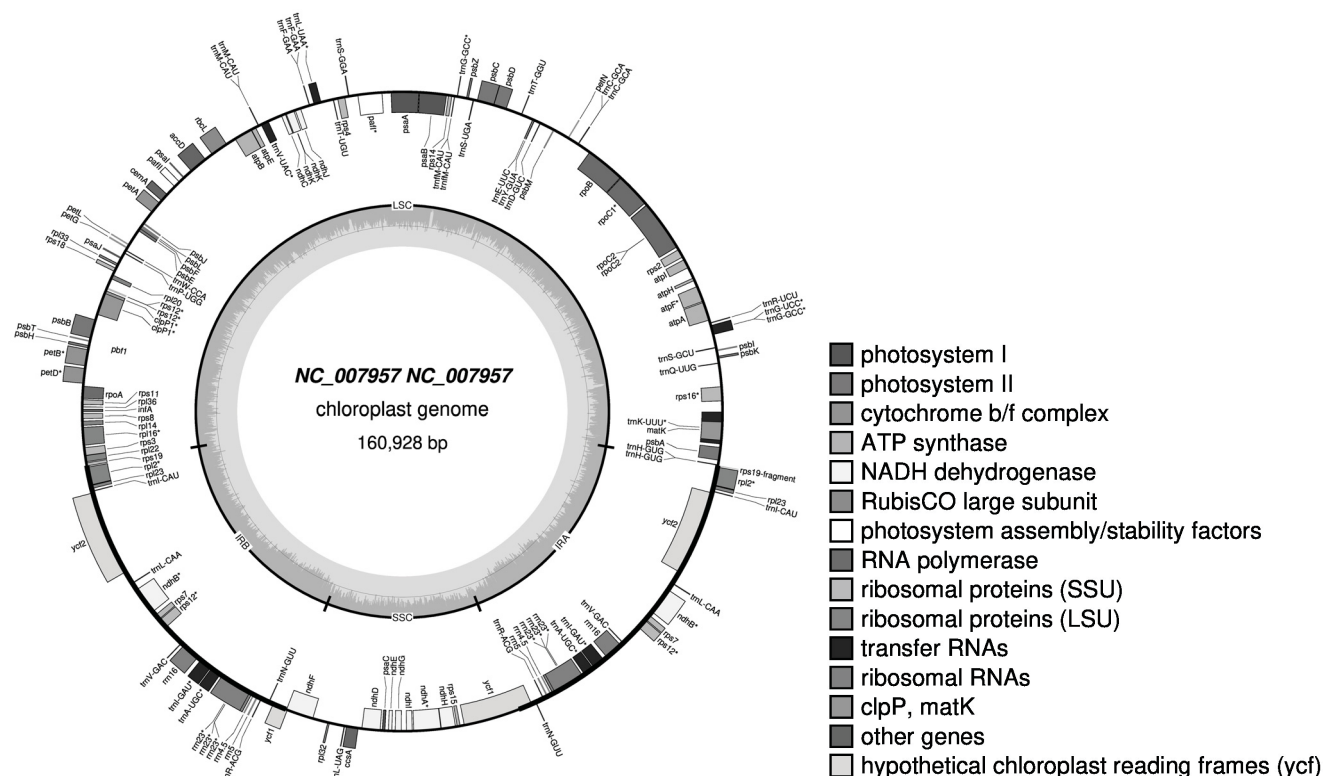
#### Результаты и их обсуждение

В результате проведенных исследований была выделена ДНК 6 виноградных пластов-представителей Майкопской популяции. Характеристики хлоропластных геномов, полученные в результате первичной сборки, а также номера в GenBank, под которыми они зарегистрированы, представлены в табл. 1.

Исходя из таблицы, были получены следующие значения. Самое большое количество прочтений наблюдалось у образца М1 (230739), в то время как самый низкий показатель был у образца М2 (101655). При этом размер генома у всех образцов примерно в одинаковом диапазоне: самый большой размер генома наблюдался у М6 (160920), самый низкий – у М5

**Таблица 1.** Результаты секвенирования хлоропластной ДНК образцов винограда Майкопской популяции  
**Table 1.** The results of chloroplast DNA sequencing of grape samples from the Maikop population

Характеристика	Образец					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
№ в GenBank (SRA)	SRR23815019	SRR23815018	SRR23815010	SRR23815009	SRR23815008	SRR23815007
Число прочтений	230739	101655	207832	193148	113393	211657
Размер генома	160928	160928	160927	160928	160416	160920
Содержание G + C (%)	37	37	39	39	41	37
Покрытие генома	215.0x	94.8x	193.7x	180.0x	105.7x	197.3x



**Рис. 1.** Генетическая карта хлоропластного генома образца M1 Майкопской популяции. Толстыми линиями обозначены инвертированные повторы (IRA и IRb), разделяющие геном на малые (SSC) и большие (LSC) однокопийные области. Гены на внешней стороне карты транскрибируются по часовой стрелке, гены на внутренней стороне карты транскрибируются против часовой стрелки

**Fig. 1.** Genetic map of chloroplast genome of sample M1 from the Maikop population. Thick lines indicate the number of inverted repeats (IRA and IRb) that divide the genome into small (SSC) and large (LSC) single-copy areas. Genes on the outer side of the map are transcribed clockwise, genes on the inner side of the map are transcribed counterclockwise

(160416). Содержание G + C (%) составляет большее значение у образца M5 (41), одинаковое у образцов M1, M2, M6 (37), у M3 и M4 (39). Покрытие генома у полученных прочтений достигло высоких значений. Самое большое значение наблюдалось у образца M1 – 215,0x, самое маленькое – у образца M2 – 94,8x.

Визуализация геномов изученных образцов позволила обнаружить 189 аннотированных кодирующих и некодирующих последовательностей, которые отвечают за фотосинтез, строение мембран, а также представляют иные особенности строения пластомов (рис. 1).

С помощью BLAST определена видовая при-

надлежность каждого из изученных образцов. В результате было определено, что все исследуемые образцы относятся к виду *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (табл. 2). Генетические последовательности 6-ти образцов были депонированы в базу данных NCBI под номерами SAMN33577491, SAMN33577492, SAMN33577493, SAMN33577494, SAMN33577495, SAMN33577496.

Был проведен сравнительный анализ референсных геномов в базе NCBI с изучаемыми образцами, в результате которого установили 100 % схожесть образцов M1, M2, M3, M4, M6 с видом *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*.

Помимо генома номер GenBank LC501387.1, проценты покрытия и идентичности совпали с последовательностью *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Teulere pied sauvage chloroplast DNA (LC495478.1), *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* INRA:8500Mtp25 chloroplast DNA (LC508115.1), *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* INRA:8500Mtp49 chloroplast DNA (MZ569032.1) и *Vitis vinifera* x *Vitis labrusca* cultivar Hongshuangwei chloroplast (LC507100.1).

Образцы М1, М2, М4, М5 показали наибольшее совпадение с последовательностями *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* INRA:8500Mtp140, образец М3 с *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* INRA:8500Mtp232 (рис. 2).

Образец М5 показал наибольшее совпадение с последовательностями *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* INRA:8500Mtp140 chloroplast DNA (LC501387.1), *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Teulere pied sauvage chloroplast DNA (LC495478.1), *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* INRA:8500Mtp25 chloroplast DNA (LC508115.1) и *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* INRA:8500Mtp49 chloroplast DNA (MZ569032.1). Образец М6 показал 100 % совпадение с *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Teulere pied sauvage chloroplast DNA (LC495478.1), *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* INRA:8500Mtp25 chloroplast DNA (LC508115.1) и с *Vitis vinifera* x *Vitis labrusca* cultivar Hongshuangwei chloroplast (LC507100.1).

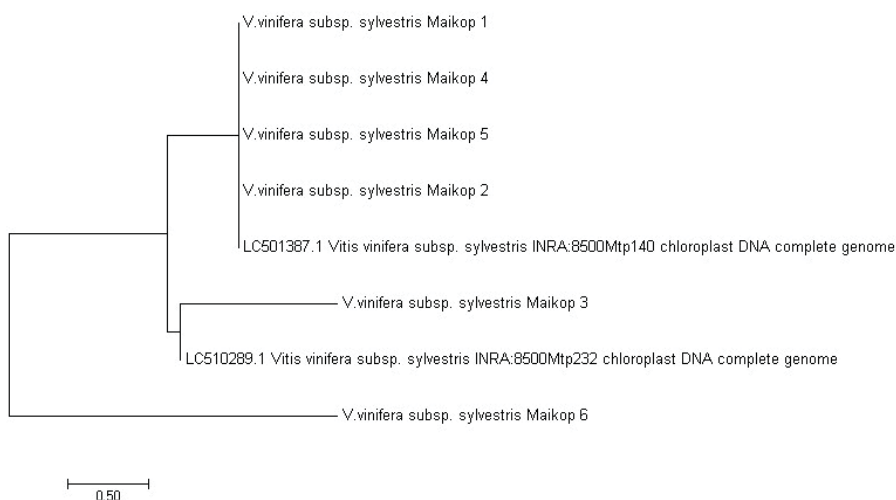
Исследование хлоропластных геномов в настоящее время является одним из основных источников информации о филогении и эволюции растений. Так филогения, основанная на последовательностях ДНК из полных последовательностей генома хлоропластов, убедительно подтверждает позицию *Vitaceae* как самой ранней расходящейся линии Rosids [10]. Изучение различных типов хлоропластной ДНК у *Vitis vinifera* subsp. *sativa* и *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* выявило приуроченность к определенным географическим регионам, что может прояснить вопрос о количестве событий доместикиции [3–4]. Полная последовательность генома хлоропластов *Vitis* также предоставляет ценные данные для использования в генной инженерии хлоропластов, например, для создания устойчивости к болезням, вредителям, а также гербицидам и абиотическим стрессам [23–29].

**Таблица 2.** Результаты сравнительного анализа образцов винограда Майкопской популяции с референсными геномами

**Table 2.** The comparative analysis results of grape samples from the Maikop population with reference genomes

Образец	Референсный геном*	Номер образца в GenBank	Покрытие**	Идентичность***
M1	<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> INRA:8500Mtp140 chloroplast DNA	SAMN33577491	99 %	100,00 %
M2	<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> INRA:8500Mtp140 chloroplast DNA	SAMN33577492	99 %	100,00 %
M3	<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> INRA:8500Mtp140 chloroplast DNA	SAMN33577493	99 %	100,00 %
M4	<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> INRA:8500Mtp140 chloroplast DNA	SAMN33577494	99 %	100,00 %
M5	<i>Vitis vinifera</i> x <i>Vitis labrusca</i> cultivar Hongshuangwei chloroplast	SAMN33577495	99 %	99,95 %
M6	<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> INRA:8500Mtp140 chloroplast DNA	SAMN33577496	100 %	100,00 %

Примечания: Референсный геном\* – последовательность из базы данных NCBI, на которую выравнивание исследуемых образцов прошло с большим процентом совпадения; Покрытие\*\* – значение, которое показывает, насколько исследуемые геномы совпадают по длине с референсными; Идентичность\*\*\* – то, насколько исследуемые геномы совпадают по нуклеотидному составу.



**Рис. 2.** Дерево максимального правдоподобия. Образцы указаны в дереве по инвентарному номеру коллекции.

**Fig. 2.** Maximum likelihood tree. The samples are listed in the tree by the inventory number in the Collection.

### Выводы

Таким образом, в результате экспедиционного обследования было отобрано 6 образцов листьев дикорастущего винограда Майкопской популяции. Проведены секвенирование, сборка, аннотация и сравнительный анализ хлоропластных геномов этих образцов. ДНК последовательности были депонированы в базу данных NCBI GenBank в виде архивов прочтений. Все изученные пластымы винограда отнесены к дикорастущему виду *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* на основании выравнивания в BLAST NCBI, равно как и база данных автоматически определила видо-



вую принадлежность архивов прочтений. Наибольшее совпадение (100 % по покрытию и идентичности) с референсным геномом *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* INRA:8500Mtp140 (номер GenBank LC501387.1) наблюдалось у образца М6, наименьшее – у образца М5 (99 % и 99,95 %). Данные образцы представляют интерес для селекции, работа с ними будет продолжена.

#### Источник финансирования

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых кандидатов наук № МК-2070.2022.5.

#### Financing source

The work was supported by the grant of the Russian Federation President for young candidates of sciences No. МК-2070.2022.5.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

- Ocete R., Lopez M.A., Gallardo A., Arnold C. Comparative analysis of wild and cultivated grapevine (*Vitis vinifera*) in the Basque Region of Spain and France. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 2008;123(1-3):95-98. DOI 10.1016/j.agee.2007.05.009.
- Arnold C., Schnitzler A., Parisot C., Maurin A. Historical reconstruction of a relictual population of wild grapevines (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*, Gmelin, Hegi) in a floodplain forest of the upper Seine valley, France. *River Research and Applications*. 2010;26(7):904-914. DOI 10.1002/rra.1312.
- Григорьева Е.А., Агаханов М.М., Александрова И.В., Волков В.А. Полногеномное секвенирование культурных и дикорастущих форм винограда (*Vitis vinifera* L.) // Письма в Вавилонский журнал генетики и селекции. 2019;5(1):13-18. DOI 10.18699/Letters2019-5-2.
- Arroyo-García R., Revilla E. The current status of wild grapevine populations (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) in the Mediterranean basin. *The Mediterranean Genetic Code - Grapevine and Olive*. 2013;51-72. DOI 10.5772/52933.
- Zecca G.A., De Mattia F., Lovicu G., Labra M., Sala F., Grassi F. Wild grapevine: *sylvestris*, hybrids or cultivars that escaped from vineyards? Molecular evidence in Sardinia. *Plant Biology*. 2010;12(3):558-562. DOI 10.1111/j.1438-8677.2009.00226.x.
- Авдеев В.И. Генетика пола *Vitis* L. в природе и культуре // Мобилизация адаптационного потенциала садовых растений в динамичных условиях внешней среды: Международная научно-практическая конференция. М.: Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства. 2004;490-495.
- Lacombe T., Laucou V., Di Vecchi M., Bordenave L., Bourse T., Siret R., David J., Boursiquot J.M., Bronner A., Merdinoglu D., This P. Inventory and characterization of *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris* in France. *Acta Horticulturae*. 2003;603:553-557. DOI 10.17660/ActaHortic.2003.603.73.
- Laguna Lumberras E. Sobre las formas naturalizadas de "*Vitis vinifera* L." en la Comunidad Valenciana, I. Especies. *Flora Montiberica*. 2003;23:46-82.
- This P., Lacombe T., Thomas M.R. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics*. 2006;22(9):511-519. DOI 10.1016/j.tig.2006.07.008.
- Jansen R.K., Kaitanis C., Saski C., Lee S.B., Tomkins J., Alverson A.J., Daniell H. Phylogenetic analyses of *Vitis* (*Vitaceae*) based on complete chloroplast genome sequences: effects of taxon sampling and phylogenetic methods on resolving relationships among rosids. *BMC Evolutionary Biology*. 2006;6(1):32 DOI 10.1186/1471-2148-6-32.
- Arroyo-García R., Lefort F., Andrés M.T.D., Ibáñez J., Borrego J., Jouve N., Cabello F., Martínez-Zapater J.M. Chloroplast microsatellite polymorphisms in *Vitis* species. *Genome*. 2002;45(6):1142-1149. DOI 10.1139/g02-087.
- Jaillon O., Aury J.M., Noel B., Policriti A., Clepet C., Casagrande A., Choisne N., Aubourg S., Vitulo N., Jubin C., Vezzi A. The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla. *Nature*. 2007;449(7161):463-467. DOI 10.1038/nature06148.
- Лукьянов А.А., Большаков В.А., Ильницкая Е.Т. Создание базы данных и ДНК-паспортизация сортов Анапской ампелографической коллекции // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018;51(3):49-58. DOI 10.30679/2219-5335-2018-3-51-49-58.
- Тёпфер Р., Мауль Э., Милованов А.В. Изучение генетического разнообразия генофонда винограда Северного Кавказа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016;119:1337-1355.
- Милованов А.В., Трошин Л.П., Елисютикова А.В., Попкова Е.С. Анализ генетического материала некоторых аборигенных сортов винограда Российской ампелографической коллекции // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022;94:268-276. DOI 10.21515/1999-1703-94-268-276.
- Милованов А.В., Елисютикова А.В., Савенкова Д.С. Использование IPBS-маркеров для изучения генетического разнообразия аборигенных сортов винограда // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022;95:204-212. DOI 10.21515/1999-1703-95-204-212.
- Милованов А.В., Савенкова Д.С., Елисютикова А.В. Оценка генетического разнообразия трех популяций дикорастущего винограда Краснодарского края и Республики Адыгея // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022;181:295-315. DOI 10.21515/1990-4665-181-025.
- Triboush S., Danilenko N., Davydenko O. A method for isolation of chloroplast DNA and mitochondrial DNA from sunflower. *Plant Molecular Biology Reporter* 1998;16(2):183. DOI 10.1023/A:1007487806583.
- Okonechnikov K., Golosova O., Fursov M. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit. *Bioinformatics*. 2012;28(8):1166-1167. DOI 10.1093/bioinformatics/bts091.
- Bankevich A., Nurk S., Antipov D., Gurevich A.A., Dvorkin M., Kulikov A.S., Lesin V.M., Nikolenko S.I., Pham S., Prjibelski A.D., Pyshkin A.V., Sirotkin A.V., Vyahhi N., Tesler G., Alekseyev M.A., Pevzner P.A. SPAdes: A new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. *Journal of Computational Biology*. 2012;19(5):455-477. DOI 10.1089/cmb.2012.0021.
- Gurevich A., Saveliev V., Vyahhi N., Tesler G. QUASt: quality assessment tool for genome assemblies. *Bioinformatics*. 2013;29(8):1072-1075. DOI 10.1093/bioinformatics/btt086.
- DeCosa B., Moar W., Lee S.B., Miller M., Daniell H. Overexpression of the Bt Cry2Aa2 operon in chloroplasts leads to formation of insecticidal crystals. *Nature Biotechnology*. 2001;9:71-74. DOI 10.1038/83559.
- DeGray G., Rajasekaran K., Smith F., Sanford J., Daniell H. Expression of an antimicrobial peptide via the chloroplast genome to control phytopathogenic bacteria and fungi. *Plant Physiology*. 2001;127:852-862.

24. McBride K.E., Svab Z., Schaaf D.J., Hogan P.S., Stalker D.M., Maliga P. Amplification of a chimeric *Bacillus* gene in chloroplasts leads to an extraordinary level of an insecticidal protein in tobacco. *BioTechnology*. 1995;13(8):362-365. DOI 10.1038/nbt0495-362.
25. Kota M., Daniel H., Varma S., Garczynski S.F., Gould F., William M.J. Overexpression of the *Bacillus thuringiensis* (Bt) Cry2Aa2 protein in chloroplasts confers resistance to plants against susceptible and Bt-resistant insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1999;96(5):1840-1845. DOI 10.1073/pnas.96.5.1840.
26. Daniell H., Datta R., Varma S., Gray S., Lee S.B. Containment of herbicide resistance through genetic engineering of the chloroplast genome. *Nature Biotechnology*. 1998;16:345-348. DOI 10.1038/nbt0498-345.
27. Iamtham S., Day A. Removal of antibiotic resistance genes from transgenic tobacco plastids. *Nature Biotechnology*. 2000;18:1172-1176. DOI 10.1038/81161.
28. Lee S.B., Kwon H.B., Kwon S.J., Park S.C., Jeong M.J., Han S.E., Daniell H. Accumulation of trehalose within transgenic chloroplasts confers drought tolerance. *Molecular Breeding*. 2003;11:1-13. DOI 10.1023/A:1022100404542.
29. Kumar S., Dhingra A., Daniell H. Plastid expressed betaine aldehyde dehydrogenase gene in carrot cultured cells, roots and leaves confers enhanced salt tolerance. *Plant Physiol*. 2004;136:2843-2854. DOI 10.1104/pp.104.045187.

## References

1. Ocete R., Lopez M.A., Gallardo A., Arnold C. Comparative analysis of wild and cultivated grapevine (*Vitis vinifera*) in the Basque Region of Spain and France. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 2008;123(1-3):95-98. DOI 10.1016/j.agee.2007.05.009.
2. Arnold C., Schnitzler A., Parisot C., Maurin A. Historical reconstruction of a relictual population of wild grapevines (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*, Gmelin, Hegi) in a floodplain forest of the upper Seine valley, France. *River Research and Applications*. 2010;26(7):904-914. DOI 10.1002/rra.1312.
3. Grigorieva E.A., Agakhanov M.M., Alexandrova I.V., Volkov V.A. Whole genome sequencing of cultivated and wild forms of grapes (*Vitis vinifera* L.). *Letters to the Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;5(1):13-18. DOI 10.18699/Letters2019-5-2 (in Russian).
4. Arroyo-García R., Revilla E. The current status of wild grapevine populations (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) in the Mediterranean basin. *The Mediterranean Genetic Code - Grapevine and Olive*. 2013;51-72. DOI 10.5772/52933.
5. Zecca G.A., De Mattia F., Lovicu G., Labra M., Sala F., Grassi F. Wild grapevine: *silvestris*, hybrids or cultivars that escaped from vineyards? Molecular evidence in Sardinia. *Plant Biology*. 2010;12(3):558-562. DOI 10.1111/j.1438-8677.2009.00226.x.
6. Avdeev V.I. Sex genetics of *Vitis* L. in nature and culture. Mobilization of the adaptive potential of garden plants in dynamic environmental conditions: Materials of the International Scientific-Practical Conference. M.: RAAS. 2004;490-495 (in Russian).
7. Lacombe T., Laucou V., Di Vecchi M., Bordenave L., Bourse T., Siret R., David J., Boursiquot J.M., Bronner A., Merdinoglu D., This P. Inventory and characterization of *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris* in France. *Acta Horticulturae*. 2003;603:553-557. DOI 10.17660/ActaHortic.2003.603.73.
8. Laguna Lumbreras E. Sobre las formas naturalizadas de "*Vitis vinifera* L." en la Comunidad Valenciana, I. Especies. *Flora Montiberica*. 2003;23:46-82.
9. This P., Lacombe T., Thomas M.R. Historical origins

- and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics*. 2006;22(9):511-519. DOI 10.1016/j.tig.2006.07.008.
10. Jansen R.K., Kaittanis C., Sasaki C., Lee S.B., Tomkins J., Alverson A.J., Daniell H. Phylogenetic analyses of *Vitis* (Vitaceae) based on complete chloroplast genome sequences: effects of taxon sampling and phylogenetic methods on resolving relationships among rosids. *BMC Evolutionary Biology*. 2006;6(1):32 DOI 10.1186/1471-2148-6-32.
11. Arroyo-García R., Lefort F., Andrés M.T.D., Ibáñez J., Borrego J., Jouve N., Cabello F., Martínez-Zapater J.M. Chloroplast microsatellite polymorphisms in *Vitis* species. *Genome*. 2002;45(6):1142-1149. DOI 10.1139/g02-087.
12. Jaillon O., Aury J.M., Noel B., Policriti A., Clepet C., Casagrande A., Choisne N., Aubourg S., Vitulo N., Jubin C., Vezzi A. The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla. *Nature*. 2007;449(7161):463-467. DOI 10.1038/nature06148.
13. Lukyanov A.A., Bolshakov V.A., Ilnitskaya E.T. Creation of database and DNA-certification of varieties of Anapa Ampelographic Collection. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2018;51(3):49-58. DOI 10.30679/2219-5335-2018-3-51-49-58 (in Russian).
14. Tepfer R., Maul E., Milovanov A.V. Study of the genetic diversity of grape gene pool of the North Caucasus. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2016;119:1337-1355 (in Russian).
15. Milovanov A.V., Troshin L.P., Elisyutikova A.V., Popkova E.S. Analysis of the genetic material of some native grape varieties of the Russian ampelographic collection. *Works of the Kuban State Agrarian University*. 2022;94:268-276. DOI 10.21515/1999-1703-94-268-276 (in Russian).
16. Milovanov A.V., Elisyutikova A.V., Savenkova D.S. Using IPBS markers to study the genetic diversity of native grape varieties. *Works of the Kuban State Agrarian University*. 2022;95:204-212. DOI 10.21515/1999-1703-95-204-212 (in Russian).
17. Milovanov A.V., Savenkova D.S., Elisyutikova A.V. Assessment of the genetic diversity of three wild grapevine populations of the Krasnodar region and the Republic of Adygea. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2022;181:295-315. DOI 10.21515/1990-4665-181-025 (in Russian).
18. Triboush S., Danilenko N., Davydenko O. A method for isolation of chloroplast DNA and mitochondrial DNA from sunflower. *Plant Molecular Biology Reporter* 1998;16(2):183. DOI 10.1023/A:1007487806583.
19. Okonechnikov K., Golosova O., Fursov M. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit. *Bioinformatics*. 2012;28(8):1166-1167. DOI 10.1093/bioinformatics/bts091.
20. Bankevich A., Nurk S., Antipov D., Gurevich A.A., Dvorkin M., Kulikov A.S., Lesin V.M., Nikolenko S.I., Pham S., Pribelski A.D., Pyshkin A.V., Sirotkin A.V., Vyahhi N., Tesler G., Alekseyev M.A., Pevzner P.A. SPAdes: A new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. *Journal of Computational Biology*. 2012;19(5):455-477. DOI 10.1089/cmb.2012.0021.
21. Gurevich A., Saveliev V., Vyahhi N., Tesler G. QUASt: quality assessment tool for genome assemblies. *Bioinformatics*. 2013;29(8):1072-1075. DOI 10.1093/bioinformatics/btt086.
22. DeCosa B., Moar W., Lee S.B., Miller M., Daniell H. Overexpression of the Bt Cry2Aa2 operon in chloroplasts leads to formation of insecticidal crystals. *Nature Biotechnology*. 2001;9:71-74. DOI 10.1038/83559.
23. DeGray G., Rajasekaran K., Smith F., Sanford J., Daniell H. Expression of an antimicrobial peptide via the chloroplast

- genome to control phytopathogenic bacteria and fungi. *Plant Physiology*. 2001;127:852-862.
24. McBride K.E., Svab Z., Schaaf D.J., Hogan P.S., Stalker D.M., Maliga P. Amplification of a chimeric *Bacillus* gene in chloroplasts leads to an extraordinary level of an insecticidal protein in tobacco. *BioTechnology*. 1995;13(8):362-365. DOI 10.1038/nbt0495-362.
25. Kota M., Daniel H., Varma S., Garczynski S.F., Gould F., William M.J. Overexpression of the *Bacillus thuringiensis* (Bt) Cry2Aa2 protein in chloroplasts confers resistance to plants against susceptible and Bt-resistant insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1999;96(5):1840-1845. DOI 10.1073/pnas.96.5.1840.
26. Daniell H., Datta R., Varma S., Gray S., Lee S.B. Containment of herbicide resistance through genetic engineering of the chloroplast genome. *Nature Biotechnology*. 1998;16:345-348. DOI 10.1038/nbt0498-345.
27. Iamtham S., Day A. Removal of antibiotic resistance genes from transgenic tobacco plastids. *Nature Biotechnology*. 2000;18:1172-1176. DOI 10.1038/81161.
28. Lee S.B., Kwon H.B., Kwon S.J., Park S.C., Jeong M.J., Han S.E., Daniell H. Accumulation of trehalose within transgenic chloroplasts confers drought tolerance. *Molecular Breeding*. 2003;11:1-13. DOI 10.1023/A:1022100404542.
29. Kumar S., Dhingra A., Daniell H. Plastid expressed betaine aldehyde dehydrogenase gene in carrot cultured cells, roots and leaves confers enhanced salt tolerance. *Plant Physiol*. 2004;136:2843-2854. DOI 10.1104/pp.104.045187.

### Информация об авторах

**Дарья Сергеевна Савенкова**, магистрант; e-мэйл: [dasha\\_19.99s@mail.ru](mailto:dasha_19.99s@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-6785-4380>;

**Анастасия Васильевна Елисютикова**, студент; e-мэйл: [nas-elisyutikova@yandex.ru](mailto:nas-elisyutikova@yandex.ru); <https://orcid.org/0009-0008-8941-1506>;

**Александр Валериевич Милованов**, канд. биол. наук, науч. сотр.; e-мэйл: [milovanov1991@mail.ru](mailto:milovanov1991@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-6312-1147>;

**Владимир Артурович Хачумов**, канд. биол. наук, мл. науч. сотр.; e-мэйл: [vladimirkhachumov@yandex.ru](mailto:vladimirkhachumov@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0002-0144-8822>;

**Ирина Леонидовна Астапчук**, канд. биол. наук, науч. сотр.; e-мэйл: [irina\\_astapchuk@mail.ru](mailto:irina_astapchuk@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-9713-0383>;

**Леонид Петрович Трошин**, профессор, д-р биол. наук, профессор кафедры виноградарства; e-мэйл: [lptroshin@mail.ru](mailto:lptroshin@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-1232-2077>.

### Information about authors

**Darya S. Savenkova**, undergraduate; e-mail: [dasha\\_19.99s@mail.ru](mailto:dasha_19.99s@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-6785-4380>;

**Anastasia V. Elisyutikova**, student; e-mail: [nas-elisyutikova@yandex.ru](mailto:nas-elisyutikova@yandex.ru); <https://orcid.org/0009-0008-8941-1506>;

**Alexander V. Milovanov**, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist; e-mail: [milovanov1991@mail.ru](mailto:milovanov1991@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-6312-1147>;

**Vladimir A. Khachumov**, Cand. Biol. Sci., Junior Staff Scientist; e-mail: [vladimirkhachumov@yandex.ru](mailto:vladimirkhachumov@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0002-0144-8822>;

**Irina L. Astapchuk**, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist; e-mail: [irina\\_astapchuk@mail.ru](mailto:irina_astapchuk@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-9713-0383>;

**Leonid P. Troshin**, Professor, Dr. Biol. Sci., Professor of the Viticulture Department; e-mail: [lptroshin@mail.ru](mailto:lptroshin@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-1232-2077>.

Статья поступила в редакцию 17.05.2023, одобрена после рецензии 21.06.2023, принята к публикации 21.08.2023.

# Определение сортовой принадлежности образцов ампелографической коллекции «Магарач» с использованием молекулярных маркеров

Корнильев Г.В.<sup>✉</sup>, Рисованная В.И., Рязанкина Я.Ю.

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

<sup>✉</sup>gurij-kornilev@yandex.com

**Аннотация.** Генетические ресурсы ампелографической коллекции «Магарач» – важный объект в работе по изучению и сохранению сортов винограда. Для идентификации сортов и форм винограда в дополнение к ампелографическому описанию применяется генотипирование с использованием микросателлитных маркеров. Материалом для исследования послужили 15 образцов винограда с неопределённым статусом ампелографической коллекции «Магарач», высаженных в ампелографическую коллекцию под условными названиями; образцы, полученные методом прививки учёным-питомниководом В.А. Драновским; образцы корнесобственной коллекции из п. Отрадное, перенесённые в привитую ампелографическую коллекцию. Для оценки сортовой принадлежности искомым образцам винограда ампелографической коллекции «Магарач» использовали метод ДНК-профилирования. Генотипирование выполнено по 9 ядерным микросателлитным маркерам (ssrVVMD5, ssrVVMD7, ssrVVMD25, ssrVVMD27, ssrVVMD28, ssrVVMD32, ssrVrZAG62, ssrVrZAG79, ssrVVS2). Определение сортовой принадлежности образцов проведено путём сравнения полученных микросателлитных профилей с Европейской базой данных Vitis International Variety Catalogue (VIVC). Идентифицированы 9 искомым образцов как сорта: Алиготе, Альфонс Лавалле, Бастардо магарачский, Кастор, Мускат де Яловень, Мюллер Тургау, Оджалеш, Порси шекерек, Совиньон белый. В микросателлитном профиле образца, идентифицированного как сорт Бастардо магарачский, выявлено отличие по размеру 1 аллеля локуса VVMD32<sub>250</sub> от данных, представленных в базе VIVC, что может объясняться соматической мутацией либо популяционной изменчивостью. Для 6 неидентифицированных образцов впервые установлен микросателлитный профиль; для идентификации указанных образцов целесообразно также дополнительно использовать ампелографические методы. Сделан вывод о хозяйственной ценности идентифицированных сортов для селекционной работы и расширения сортимента винограда.

**Ключевые слова:** ампелографическая коллекция; идентификация сортов; молекулярные маркеры; микросателлитный профиль; информационная база VIVC.

**Для цитирования:** Корнильев Г.В., Рисованная В.И., Рязанкина Я.Ю. Определение сортовой принадлежности образцов ампелографической коллекции «Магарач» с использованием молекулярных маркеров // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):239-244. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.003.

## ORIGINAL RESEARCH

## Determining the varietal affiliation of samples of the Ampelographic Collection Magarach using molecular markers

Korniliev H.V.<sup>✉</sup>, Risovannaya V.I., Ryazankina Ya.Yu.

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

<sup>✉</sup>gurij-kornilev@yandex.com

**Abstract.** Genetic resources of the Ampelographic Collection Magarach are an important object in the study and conservation of grape varieties. To identify varieties and forms of grapes, in addition to ampelographic description, the genotyping with microsatellite markers is used. The material for the study was 15 undefined grape samples of the Ampelographic Collection Magarach, planted there under conventional names; samples obtained using grafting by nursery scientist V.A. Dranovskiy; samples of the own-rooted collection from Otradnoye village, transferred to the grafted ampelographic collection. To assess the varietal affiliation of grape samples under study from the Ampelographic Collection Magarach, the DNA profiling method was used. Genotyping was performed for 9 nuclear microsatellite markers (ssrVVMD5, ssrVVMD7, ssrVVMD25, ssrVVMD27, ssrVVMD28, ssrVVMD32, ssrVrZAG62, ssrVrZAG79, ssrVVS2). Determining the varietal affiliation of grape samples was carried out by comparing the obtained microsatellite profiles with the European database of Vitis International Variety Catalog (VIVC). Nine required samples were identified as varieties: 'Aligote', 'Alphonse Lavalle', 'Bastardo Magarachskiy', 'Castor', 'Muscat de Yaloven', 'Muller Thurgau', 'Ojaleshi', 'Porsi Shekerak', 'Sauvignon Blanc'. In the microsatellite profile of the sample identified as 'Bastardo Magarachskiy' variety, a difference in the size of 1 allele of VVMD32250 locus from the data presented in the VIVC database was revealed, which can be explained by a somatic mutation or population variability. For 6 nonidentified samples, a microsatellite profile was established for the first time; to identify these samples, it is also advisable to additionally use ampelographic methods. A conclusion is made about the economic value of identified varieties for breeding work and expanding the assortment of grapes.

**Key words:** ampelographic collection; variety identification; molecular markers; microsatellite profile; informational VIVC database.

**For citation:** Korniliev H.V., Risovannaya V.I., Ryazankina Ya.Yu. Determining the varietal affiliation of samples of the Ampelographic Collection Magarach using molecular markers. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):239-244. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.003 (in Russian).

## Введение

Устойчивое производство сельскохозяйственной продукции обусловлено использованием высокопродуктивных сортов, обладающих хозяйственно ценными признаками. Вместе с тем выращивание интенсивных сортов и реконструкция старых насаждений часто приводит к утрате некоторых сортов, создавая проблему «эрозии генов». Задачу сбора и сохранения генофонда винограда различного эколого-географического происхождения выполняют ампелографические коллекции. Ампелографическая коллекция «Магарач» (АК «Магарач») ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» является одной из старейших (основана в 1814 г.) в мире и зарегистрирована в ФАО (Food and Agriculture Organization of the United Nations). АК «Магарач» расположена в Западном предгорно-приморском районе Крыма (с. Вилино, Бахчисарайский р-н, Республика Крым) и включает сорта и формы винограда из различных мировых регионов виноградарства (Европы, Азии, Северной Америки) [1, 2].

Важной задачей для селекционеров на ампелографических коллекциях является оценка её генетических ресурсов, в частности, идентификация и паспортизация сортов и форм. Классическим подходом к идентификации сортов и форм винограда является ампелографическое описание, основанное на комплексе морфо-биологических характеристик, таких как: признаки верхушки молодого побега, молодого и взрослого листа, грозди, ягоды молодого и вызревшего побегов и др. Оценка признаков грозди и ягоды проводится при вступлении растения в период плодоношения и поскольку виноград имеет продолжительный ювенильный период, для описания всего комплекса морфо-биологических характеристик требуется некоторое время. На погрешность оценки может влиять фенотипическая изменчивость признаков и физиологическое состояние растения, в связи с чем необходимо, чтобы сравнение со стандартным сортом проводилось в одинаковых условиях произрастания. Дополнительную сложность представляет идентификация близкородственных сортов, а также наличие сортов-синонимов и омонимов, имеющих местные названия. Поэтому в дополнение к ампелографической оценке для идентификации сортов и форм, оценки чистосортности маточных насаждений и посадочного материала используется молекулярно-генетический метод ДНК-паспортизации, основанный на анализе полиморфизма микросателлитных маркеров (SSR-маркеров), представляющих тандемные повторы сайт-специфических последовательностей из 2-6 нуклеотидов в структуре ДНК. Данные маркеры характеризуются кодоминантным типом наследования и высокой точностью, стабильностью и воспроизводимостью получаемых результатов. Это даёт возможность устанавливать ДНК-профили исследуемых сортов и форм винограда на любой стадии развития растения и исключить сорта-синонимы и омонимы [3–5].

В ампелографической коллекции «Магарач» на-

ряду с определённым сортиментом имеются так называемые «искомые образцы винограда», то есть образцы с неопределённым статусом, с которыми продолжается работа по их генотипированию и идентификации.

**Цель исследования** – определение сортовой принадлежности искомым образцам винограда из ампелографической коллекции «Магарач» с использованием ДНК-профилирования.

## Материалы и методы исследования

Исследуемые образцы были отобраны по рекомендации сотрудников сектора ампелографии ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач». Материалом для изучения послужили 15 образцов винограда АК «Магарач» с неопределённым статусом: образцы, высаженные в коллекцию под условными названиями «Багрена», «Бусуёк сгигарда», «Винта», «Пино Д'Они», «Совиньон зелёный», но по морфо-биологическим признакам не соответствовали заявленным наименованиям; образцы, которые были привиты в 1980–1988 гг. методом прививки в рукав куста учёным-питомниководом Виктором Александровичем Драновским под номерами № 7, № 9, № 17, а также образец, полученный из п. Черноморское, название которого было утеряно. Среди исследуемых образцов были также образцы старой корнесобственной коллекции, произрастающей в п. Отрадное (ЮБК), с утерянными названиями, которые были перенесены в привитую ампелографическую коллекцию АК «Магарач» и обозначены как «к/с коллекции, ряд 29 (кусты 9-10)», «к/с коллекции, ряд 29 (13)», «к/с коллекции, ряд 2886 (5-14)», «к/с коллекции, ряд 444 (4, 14)», «к/с коллекции, ряд 519 (IV-15-15)», «к/с коллекции, ряд 1041 (1, 2)».

Экстрагирование ДНК выполняли с использованием ЦТАБ-буфера из усреднённой пробы молодых листьев и апикальных побегов, отобранной с 3–5 черенков. Чистоту и количество ДНК оценивали спектрофотометрически на приборе «Biophotometer plus» [6]. Генотипирование проводили с использованием 9 ядерных SSR-маркеров: *ssrVVMD5*, *ssrVVMD7*, *ssrVVMD25*, *ssrVVMD27*, *ssrVVMD28*, *ssrVVMD32*, *ssrVrZAG62*, *ssrVrZAG79*, *ssrVVS2* [7]. ПЦР выполнена на амплификаторе «T100 Thermal Cycler» (BioRad) по следующей схеме: начальная денатурация при +95 °C (5 минут), далее 35 циклов (денатурация при +95 °C (15 секунд), отжиг праймеров при +58 °C (25 секунд), элонгация при +72 °C (30 секунд)), заключительная элонгация при +72 °C (15 минут) [8]. В составе ПЦР-смеси использовали реакционную смесь (2.5x) и последовательности праймеров с флуоресцентными метками FAM, TAMRA, R6G производства компании «Синтол», объединённые в мультиплексы в соответствии с размерами получаемых ампликонов.

Полученные ПЦР-продукты разделяли методом капиллярного электрофореза на генетическом анализаторе «ABI Prism 3130». Результаты были проанализированы с использованием программного обеспечения Gene Mapper [9]. Идентификацию образцов про-

водили, сравнивая полученные SSR-профили с базой данных Vitis International Variety Catalogue (VIVC) [10]. В качестве референсных сортов использовались сорта с известным аллельным составом – Каберне Совиньон и Темпранильо.

### Результаты исследования

Результаты фрагментного анализа ПЦР продуктов на примере образца с условным названием «к/с коллекции, ряд 2886 (5-14)» представлены на рисунке.

Полученные нами в результате фрагментного анализа микросателлитные профили (SSR-профили) исследуемых образцов, а также SSR-профили, взятые из информационной базы VIVC для условных названий образцов, представлены в таблице.

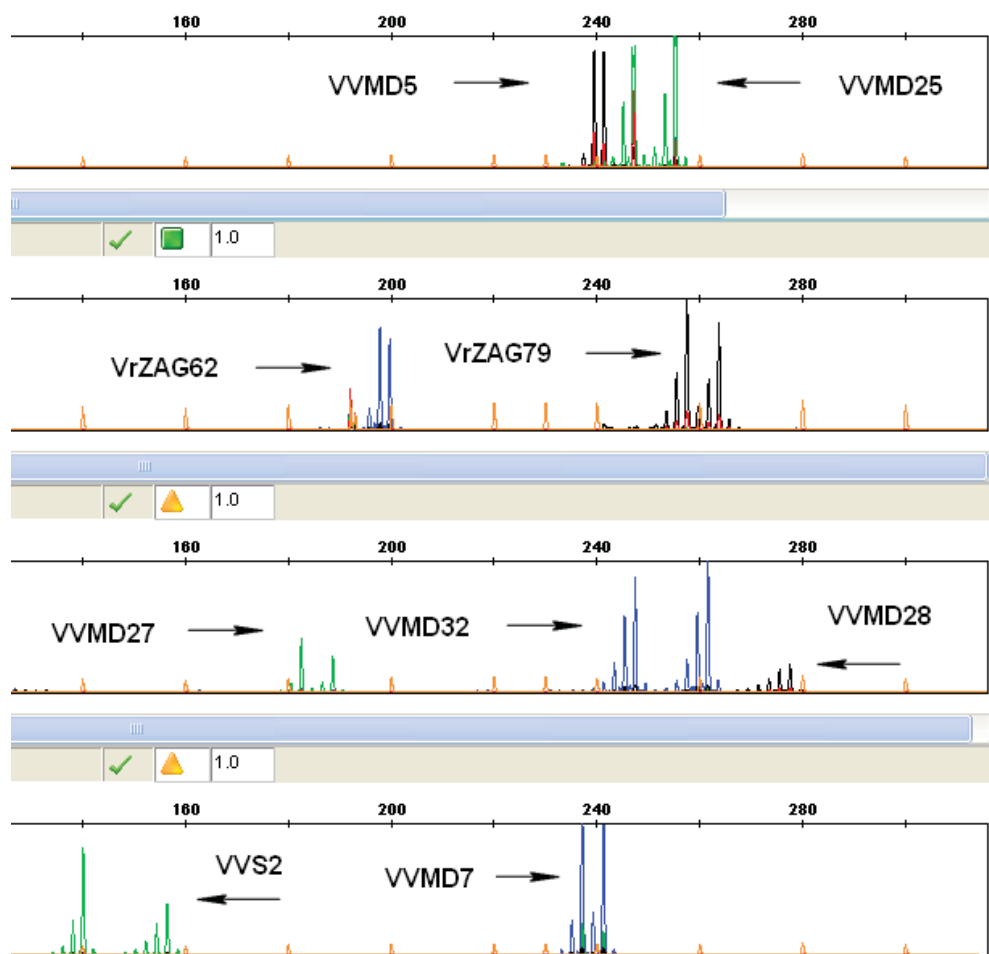
Например, для образца с порядковым № 1 в таблице в первой строке нами указано его условное название (Багрена) и SSR-профиль для сорта Bagrena, приведённый в базе VIVC; во второй строке указан SSR-профиль,

полученный нами для данного образца, а также жирным шрифтом приведено название сорта (Mueller Thurgau Weiss), которое соответствует этому профилю согласно базе VIVC. Для образцов, условные названия которых не находятся в базе VIVC, приведены только полученные нами SSR-профили.

В результате генотипирования 15 исследуемых неизвестных образцов установлено, что каждый из них имел уникальный ДНК-профиль (табл.).

С учётом полного совпадения полученного SSR-профиля с базой VIVC нами была подтверждена принадлежность искомого образца «Совиньон зелёный» (Sauvignon Vert; синонимичное название Sauvignon Blanc (Совиньон белый)) заявленному сорту. Также установлено, что SSR-профиль образца, заявленного как «Багрена», соответствует профилю немецкого селекционного сорта Мюллер Тургау.

Кроме того, были идентифицированы поддерживаемые на АК «Магарач» следующие образцы, привитые В.А. Драновским. Так, SSR-профиль «прививки Драновского № 7» соответствует профилю немецкого селекционного сорта Кастор, SSR-профиль «прививки Драновского № 9» – профилю грузинского сорта Оджалеси, SSR-профиль «прививки Драновского (п. Черноморское)» – профилю молдавско-



**Рис.** Пример результатов фрагментного анализа образца «к/с коллекция, ряд 2886 (5-14)» по 9 ядерным SSR-локусам

**Fig.** An example of fragment analysis results of the sample “k/s kolleksiya, ryad 288b (5-14)” for 9 nuclear SSR loci

го селекционного сорта Мускат де Яловень. В результате генотипирования образцов корнесобственной коллекции установлено, что SSR-профиль образца «к/с коллекция, ряд 2886 (5-14)» соответствует SSR-профилю туркменского сорта Порси шекерек, профиль «к/с коллекция, ряд 29 (13)» – профилю сорта Алиготе, SSR-профиль «к/с коллекция, ряд 444 (4, 14)» – профилю французского селекционного сорта Альфонс Лавалле. Вместе с тем выявлено, что SSR-профиль образца «к/с коллекция, ряд 29 (9, 10)» соответствует профилю сорта Бастардо магарачский за исключением аллеля VVMD32<sub>250</sub>. Подобное отличие в размере аллеля может объясняться соматической мутацией либо популяционной изменчивостью [11].

По результатам генотипирования установлено, что полученные нами SSR-профили образцов, заявленных как «Винта», «Бусуёк спигарда», «Пино д’Они», не соответствуют SSR-профилям указанных сортов согласно VIVC. Также полученные SSR-профили не позволили идентифицировать образцы, обозначенные как «прививка Драновского № 17», «к/с коллекция, ряд 519 (IV-15-15)», «к/с коллекция, ряд 1041 (1, 2)». Для идентификации указанных образцов целесообразно также дополнительно использовать ампелографические методы.

**Таблица.** SSR-профили исследуемых образцов с неопределенным статусом в сравнении с данными Европейской базы VIVC

**Table.** SSR profiles of the studied samples with an undetermined status in comparison with the data of European VIVC database

№	Условное название образца / Идентифицированный сорт по VIVC	Аллели SSR-локусов, п.н.																	
		VVS2	VVMD5	VVMD7	VVMD25	VVMD27	VVMD28	VVMD32	VrZAG62	VrZAG79									
<b>Идентифицированные образцы</b>																			
1	Багрена (Bagrena, по VIVC)	133	135	228	242	239	239	239	241	180	182	234	236	256	272	188	196	251	259
	Mueller Thurgau Weiss	143	151	228	230	247	257	249	255	182	182	234	244	252	252	194	194	243	245
2	Совиньон зелёный (Sauvignon Vert)																		
	Sauvignon Blanc (синоним Sauvignon Vert)	133	151	230	234	239	257	241	249	176	190	234	236	240	256	188	194	245	247
3	прививка Драновского (п. Черноморское)	133	135	228	246	239	239	241	255	180	195	238	246	250	272	188	196	251	255
	Muscat de Yaloven																		
4	прививка Драновского № 7	125	151	238	238	247	261	255	255	186	186	242	244	272	272	194	202	237	259
	Castor																		
5	прививка Драновского № 9	141	153	234	242	241	247	239	255	180	184	228	236	262	262	194	208	251	251
	Ojaleshi																		
6	к/с коллекция, ряд 29 (9, 10)	145	151	240	242	239	257	241	249	190	193	244	248	250	256	188	200	245	261
	Bastardo Magarachskii	145	151	240	242	239	257	241	249	190	193	244	248	256	256	188	200	245	261
7	к/с коллекция, ряд 29 (13)																		
	Aligote	133	137	230	242	239	239	239	239	180	190	228	236	240	272	194	196	243	245
8	к/с коллекция, ряд 2886 (5-14)																		
	Porsi Shekerek	137	153	236	238	235	239	241	249	180	186	244	258	272	272	196	198	252	257
9	к/с коллекция, ряд 444 (4,14)																		
	Alphonse Lavallee	133	135	228	240	249	255	239	255	186	186	244	244	252	272	186	204	239	251
<b>Неидентифицированные образцы</b>																			
10	Винта (Vinta (Papaskarasi), по VIVC)	133	145	228	228	247	249	239	241	186	195	248	260	272	272	188	194	249	251
	полученный ДНК-профиль	143	145	240	242	247	247	255	267	180	180	235	244	250	273	190	204	249	251
11	Бусуёк сгигарда (Busuiok, по VIVC)	133	133	230	238	233	249	241	249	180	195	246	268	264	272	186	196	251	255
	полученный ДНК-профиль	133	133	230	238	239	249	239	249	180	182	248	268	256	272	186	196	255	259
12	Пино д'Они (Pineau d'Aunis, по VIVC)	139	151	234	240	239	249	239	267	176	182	236	244	240	272	188	204	243	247
	полученный ДНК-профиль	133	149	234	240	247	249	239	249	186	195	244	244	272	272	186	192	251	257
13	прививка Драновского № 17	135	137	240	242	239	253	239	241	176	190	248	258	250	272	196	200	237	237
14	к/с коллекция, ряд 519 (IV-15-15)	133	135	230	242	249	255	249	255	180	186	234	258	252	272	188	200	249	251
15	к/с коллекция, ряд 1041 (1, 2)	147	151	226	236	233	243	249	255	195	195	248	258	256	272	188	204	247	251

Полученные результаты исследования позволяют уточнить сортовой состав ампелографической коллекции «Магарач», а также могут быть использованы для получения аутентичного посадочного материала хозяйственно ценных сортов винограда. Так, идентифицированные нами сорта Алиготе, Бастардо магарачский, Совиньон блан имеют широкое распро-

странение и используются для производства марочных вин. Сорта Альфонс Шавалле и Порси шекерек благодаря вкусовым качествам используются для потребления в свежем виде. Кроме того, сорта Кастор и Мускат де Яловень обладают комплексной устойчивостью к грибным болезням; Бастардо магарачский характеризуется относительной устойчивостью к

мидью, оидиуму и сравнительно устойчив к почвенной засухе [12].

### Выводы

Таким образом, по результатам генотипирования по 9 ядерным SSR-маркерам образцов винограда с неопределённым статусом АК «Магарач» и сравнения полученных SSR-профилей с информационной базой VIVC идентифицировано 9 сортов: Алиготе, Альфонс Лавалле, Бастардо магарачский, Кастор, Мускат де Яловень, Мюллер Тургау, Оджалеси, Порси шеке-рек, Совиньон белый.

В SSR-профиле образца, идентифицированного как сорт Бастардо магарачский, выявлено отличие по размеру 1 аллеля локуса VVMD32<sub>250</sub> от данных, представленных в базе VIVC, что может объясняться соматической мутацией либо популяционной изменчивостью.

Для 6 исследуемых образцов впервые были определены их SSR-профиле по 9 ядерным SSR-маркерам, а для определения их сортовой принадлежности требуется дополнительное изучение по комплексу ампелографических признаков.

Работа по генотипированию и идентификации образцов АК «Магарач», выполняемая в рамках ГЗ № FNZM-2022-0008, продолжается.

### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2022-0008.

### Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2022-0008.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

Авторы выражают благодарность ведущему научному сотруднику, кандидату сельскохозяйственных наук Полулях А.А. за участие в отборе исследуемых образцов на АК «Магарач»; младшему научному сотруднику Спотарю Г.Ю. за выполнение технической работы на генетическом анализаторе «ABI Prism 3130».

### Список литературы

1. Corino L., Calo A. Sustainable viticulture: current practices and future developments. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2001;66(1):3-11.
2. Авидзба А.М. Эволюция исследований по проблемам ампелографии, генетики и селекции винограда в институте винограда и вина «Магарач» с XIX века // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;3:3-7.
3. Ильницкая Е.Т., Наумова Л.Г., Ганич В.А., Токмаков С.В., Макаркина М.В. Генетический полиморфизм редких и малораспространённых аборигенных донских генотипов *Vitis vinifera* L. // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):191-197. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.002.
4. Karatas H., Karaagac E., Karatas D., Agaoglu S. Genetic characterization of grapevine germplasm (*Vitis vinifera* L.) by SSR (simple sequence repeats) in Sanliurfa province, South-East Turkey. *Fresenius Bulletin*. 2019;28(5):3835-3842.
5. Pei D., Song S., Kang J., Zhang C., Wang J., Dong T., Ge M., Pervaiz T., Zhang P., Fang J. Characterization of simple

sequence repeat (SSR) markers mined in whole grape genomes. *Genes*. 2023;14(3):663. DOI 10.3390/genes14030663.

6. Jabeen R., Habiba U., Khalid S., Shirazi J.H. Extraction and comparison of quality and purity of DNA of medicinal plants by CTAB and kit method. *Journal of Contemporary Pharmacy*. 2022;6(1):19-22. DOI 10.56770/jcp2022613.
7. This P., Jung A., Boccacci P., Borrego J., Botta R., Constantini L., Crespan M., Dangl G., Eisenheld C., Ferreira-Monteiro F., Grando S., Ibanez J., Lacombe T., Luacou V., Magalhaes R., Meredith C.P., Milani N., Peterlunger E., Regner F., Zulini L., Maul E. Development of standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*. 2004;109(7):1448-1458. DOI 10.1007/s00122-004-1760-3.
8. Гориславец С.М., Володин В.А., Спотарь Г.Ю., Рисованная В.И., Алексеев Я.И. Генотипирование сортов винограда селекции Института «Магарач» на основе анализа аллельного полиморфизма SSR локусов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(4):289-293. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.002.
9. Методика генотипирования, идентификации и регистрации генотипов винограда с помощью анализа микросателлитных локусов (SSR-PCR) / РД 00384830-064. 2010:1-21.
10. Vitis International Variety Catalogue. <https://www.vivc.de> (дата обращения: 10.06.2023).
11. Villano C., Corrado G., Basile B., Di Serio E., Mataffo A., Ferrara E., Aversano R. Morphological and genetic clonal diversity within the 'Greco Bianco' grapevine (*Vitis vinifera* L.) Variety. *Plants*. 2023;12(3):515. DOI 10.3390/plants12030515.
12. Всё о винограде – виноградарство, сорта винограда, виноделие. <https://vinograd.info> (дата обращения: 10.06.2023).

### References

1. Corino L., Calo A. Sustainable viticulture: current practices and future developments. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2001;66(1):3-11.
2. Avidzba A.M. Evolution of research into ampelography as well as genetics and breeding of grapevine at the Institute for Vine and Wine "Magarach" since the 19th century. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;3:3-7 (in Russian).
3. Ilnitskaya E.T., Naumova L.G., Ganich V.A., Tokmakov S.V., Makarkina M.V. Genetic polymorphism of rare and less common autochthonous Don grapevine varieties *Vitis vinifera* L. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(3):191-197. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.002 (in Russian).
4. Karatas H., Karaagac E., Karatas D., Agaoglu S. Genetic characterization of grapevine germplasm (*Vitis vinifera* L.) by SSR (simple sequence repeats) in Sanliurfa province, South-East Turkey. *Fresenius Bulletin*. 2019;28(5):3835-3842.
5. Pei D., Song S., Kang J., Zhang C., Wang J., Dong T., Ge M., Pervaiz T., Zhang P., Fang J. Characterization of simple sequence repeat (SSR) markers mined in whole grape genomes. *Genes*. 2023;14(3):663. DOI 10.3390/genes14030663.
6. Jabeen R., Habiba U., Khalid S., Shirazi J.H. Extraction and comparison of quality and purity of DNA of medicinal plants by CTAB and kit method. *Journal of Contemporary Pharmacy*. 2022;6(1):19-22. DOI 10.56770/jcp2022613.
7. This P., Jung A., Boccacci P., Borrego J., Botta R., Constantini L., Crespan M., Dangl G., Eisenheld C., Ferreira-Monteiro F., Grando S., Ibanez J., Lacombe T., Luacou V., Magalhaes R., Meredith C.P., Milani N., Peterlunger E., Regner F., Zulini L., Maul E. Development of standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*. 2004;109(7):1448-1458. DOI 10.1007/s00122-004-1760-3.



8. Gorislavets S.M., Volodin V.A., Spotar G. Yu., Risovannaya V.I., Alekseev Ya.I. Genotyping of grape varieties released by the Institute Magarach based on analysis of allelic polymorphism of SSR loci. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(4):289-293. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.002 (*in Russian*).
9. Method of genotyping, identification and registration of grape genotypes using the analysis of microsatellite loci (SSR-PCR) / RD 00384830-064. 2010:1-21 (*in Russian*).
10. Vitis International Variety Catalogue. <https://www.vivc.de> (date of access 10.06.2023).
11. Villano C., Corrado G., Basile B., Di Serio E., Mataffo A., Ferrara E., Aversano R. Morphological and genetic clonal diversity within the 'Greco Bianco' grapevine (*Vitis vinifera* L.) Variety. *Plants*. 2023;12(3):515. DOI 10.3390/plants12030515.
12. All about grapes – viticulture, grape varieties, winemaking. <https://vinograd.info> (date of access 10.06.2023).

---

### Информация об авторах

**Гурий Викторович Корнильев**, канд. биол. наук, вед. инженер лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мейл: [gurij-kornilev@yandex.com](mailto:gurij-kornilev@yandex.com); <https://orcid.org/0000-0001-6876-3424>;

**Валентина Ивановна Рисованная**, канд. биол. наук, доцент; e-мейл: [genres2021@gmail.com](mailto:genres2021@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-2208-798X>;

**Яна Юрьевна Рязанкина**, инженер лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мейл: [yana3532@gmail.com](mailto:yana3532@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-4668-376X>.

### Information about authors

**Hurii V. Korniliev**, Cand. Biol. Sci., Lead Engineer, Laboratory of Molecular-Genetic Research; e-mail: [gurij-kornilev@yandex.com](mailto:gurij-kornilev@yandex.com); <https://orcid.org/0000-0001-6876-3424>;

**Valentina I. Risovannaya**, Cand. Biol. Sci., Assistant Professor; e-mail: [genres2021@gmail.com](mailto:genres2021@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-2208-798X>;

**Yana Yu. Ryazankina**, Engineer, Laboratory of Molecular-Genetic Research; e-mail: [yana3532@gmail.com](mailto:yana3532@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-4668-376X>.

Статья поступила в редакцию 15.06.2023, одобрена после рецензии 11.07.2023, принята к публикации 21.08.2023.

# Наследуемость и изменчивость продолжительности вегетационного периода в первом гибридном поколении винограда ( $F_1$ )

Салимов В.С.<sup>✉</sup>, Гусейнова А.С., Эюбова Л.Р., Шюкурова В.Н., Алыев Х.И.

Научно-Исследовательский Институт Виноградарства и Виноделия, AZ0118, Азербайджанская Республика, Абшеронский район, пос. Мехдибад, ул. 20 января

<sup>✉</sup>vugar\_salimov@yahoo.com

**Аннотация.** При изучении популяций, образованных по 27 комбинациям, было получено 76 форм столового и 24 формы винограда технического направления, отвечающих требованиям современного земледелия, обладающих высокими хозяйственными и селекционными показателями и превосходящих участвующие в комбинациях родительские формы по нескольким признакам и характеристикам. По каждой из комбинаций по селекционно и хозяйственно ценным признакам было определено строение популяции, изучены особенности и закономерности передачи по наследству признаков и особенностей, определены эффект гетерозиса и степень доминантности в гибридном поколении. Было выявлено, что у гибридов винограда первого поколения ( $F_1$ ) наследственность признаков подвержена широкому полиморфизму в зависимости от особенностей родительских пар, их способности к комбинации, происхождению и условиям выращивания сеянцев. При исследовании наследственных особенностей растений, образовавшихся по отдельным гибридным комбинациям, выяснилось, что новые генотипы, будучи носителями признаков и особенностей родительских форм, в значительной степени отличаются от родителей по тем или иным признакам. Исследования показали, что степень генотипического разнообразия в популяциях ( $\eta^2$ ) в различных гибридных комбинациях сорта Аг шаны по продолжительности вегетационного периода составила 0,3 (30 %), по показателям урожайности – 0,25 (25 %), по гермафродитному типу цветка – 0,07 (7 %), по сахаристости ягоды – 0,1 (10 %); в гибридных комбинациях сорта Тавквери: по продолжительности вегетационного периода – 0,018 (1,8 %), по урожайности – 0,09 (9 %), по гермафродитному типу цветка – 0,033 (3,3 %), и по сахаристости – 0,4 (40 %). Обнаружено, что среди гибридов первого поколения ( $F_1$ ), полученных при скрещивании различных типов комбинаций, наряду с обладающими эффектом отрицательного гетерозиса, образуются также гибриды с эффектом положительного гетерозиса. Так, анализ эффекта гетерозиса в гибридных семействах показал, что формы с природой гетерозиса по положительным признакам и особенностям наиболее часто образуются при скрещивании родительских форм, различающихся по принадлежности эколого-географическим группам и происхождению.

**Ключевые слова:** популяция; гибридная форма; сорт; гроздь; ягода; ампелографическая коллекция.

**Для цитирования:** Салимов В.С., Гусейнова А.С., Эюбова Л.Р., Шюкурова В.Н., Алыев Х.И. Наследуемость и изменчивость продолжительности вегетационного периода в первом гибридном поколении винограда ( $F_1$ ) // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):245-252. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.004.

O R I G I N A L   R E S E A R C H

# Heredity and variability of vegetation period duration in the first hybrid generation of grapes ( $F_1$ )

Salimov V.S.<sup>✉</sup>, Huseynova A.S., Shukurova V.N., Eyyubova L.R., Aliyev H.I.

Scientific-Research Institute of Viticulture and Winemaking, 20th January str., AZ0118, Mehdiabad settl., Absheron distr., The Republic of Azerbaijan

<sup>✉</sup>vugar\_salimov@yahoo.com

**Abstract.** When studying grapevine populations formed by 27 combinations, 76 forms of table and 24 forms of wine direction were obtained. They meet the requirements of modern agriculture, have high economic and breeding value, and surpass the parental forms participating in the combinations by several features and characteristics. For each combination, according to selectional and economically valuable traits, the structure of population was identified, the features and patterns of inheritance of traits and characteristics were studied, the effect of heterosis and the degree of dominance in the hybrid generation were determined. It was found that in grape hybrids of the first generation ( $F_1$ ), the heredity of traits is subject to wide polymorphism and depends on the characteristics of parental pairs, their ability to combine, the origin and growing conditions of seedlings. When studying the hereditary characteristics of plants formed according to individual hybrid combinations, it turned out that seedlings, being carriers of parental form traits and characteristics, differ significantly from their parents in one way or another. Studies have shown that the degree of genotypic diversity in populations ( $\eta^2$ ) in various hybrid combinations of 'Ag Shany' variety was 0.3 (30 %) in terms of vegetation period duration, 0.25 (25 %) in terms of cropping capacity, according to the hermaphroditic type of flower 0.07 (7 %), according to the sugar content of the berry 0.1 (10 %); in hybrid combinations of 'Tavkveri' variety: by the duration of vegetation period - 0.018 (1.8 %), by cropping capacity - 0.09 (9 %), by the hermaphroditic type of flower 0.033 (3.3 %), and by sugar content 0.4 (40 %). As a research result, it was found that among the first generation hybrids ( $F_1$ ), obtained by crossing of different types of combinations, along with having the effect of negative heterosis, hybrids with the effect of positive heterosis are also formed. Thus, the analysis of the effect of heterosis in hybrid families showed that forms with the nature of heterosis in terms of positive traits and features are more often formed by crossing parental forms that differ in ecological and geographical groups and origins they belong to.

**Key words:** population; hybrid form; variety; bunch; berry; ampelographic collection.

**For citation:** Salimov V.S., Huseynova A.S., Shukurova V.N., Eyyubova L.R., Aliyev H.I. Heredity and variability of vegetation period duration in the first hybrid generation of grapes ( $F_1$ ). Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):245-252. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.004 (in Russian).

## Введение

В настоящее время в мировой виноградарской науке актуальны такие направления, как собирание генотипов винограда, изучение строения и оценка популяций, создание перспективных сортов и форм, их изучение современными методами, молекулярно-генетические исследования, последовательное использование, привлечение к программам по селекции и улучшению и т.д. В этих областях можно встретить множество исследовательских работ [1–10].

Азербайджан, будучи одним из центров возникновения и формирования виноградного растения, является древним краем виноградарства и виноделия. На протяжении своей истории наш народ занимался виноградарством и виноделием не стихийно, а целенаправленно, и методом народной селекции подарил биоразнообразию сотни аборигенных сортов винограда, обладающих различными наследственными особенностями, и широко возделывал виноград с целью получения различных пищевых и промышленных продуктов и развития различных отраслей народного хозяйства. Эта отрасль исторически играла важную роль в хозяйственной и экономической жизни азербайджанского народа. Генотипы винограда Азербайджана отличаются большим полиморфизмом. Их популяции, формируясь из различных биотипов, клонов, форм и вариаций, являются наследственными носителями хозяйственно ценных и селекционно значимых признаков. Поэтому следует выявлять, накапливать, надёжно защищать и целенаправленно использовать каждый генотип винограда, имеющийся в генофонде. Путём максимальной реализации потенциальных возможностей этих генотипов возможно удовлетворить потребность в виноградарско-винодельческой продукции и обеспечить стабильное развитие данной отрасли [11–18].

При исследовании способности растений новой гибридной популяции наследовать те или иные признаки родительских форм выяснилось, что сеянцы, полученные по различным комбинациям скрещивания, не только переняли признаки и особенности, присущие родительским формам, но и значительно превосходили их по некоторым признакам. Это происходит под совокупным воздействием некоторых сложных факторов. Так, в процессе скрещивания, в результате комбинативных изменений, происходящих при обмене родительских форм генами, образуются совершенно новые селекционно ценные признаки. Подбор родительских пар в соответствии с направлением селекционной работы имеет большое значение, потому что при правильном подборе в гибридном поколении винограда образуется большое количество форм с эффектом гетерозиса по желаемым признакам и свойствам. При скрещивании образцов, резко отличающихся друг от друга с генетической точки зрения, то есть по происхождению, принадлежности к эколого-географической группе, а также по биологическим и хозяйственным особенностям, достигается высокая гетерозисность, которая хорошо проявляется как у гибридов, полученных при межвидовых и внутриви-

довых скрещиваниях, так и у гибридов внутрисортного скрещивания (insuxt). Успех селекционных работ, направленных на получение эффекта гетерозиса, достигается при скрещивании географически отдалённых друг от друга форм, принадлежащих одному и тому же виду (внутривидовое скрещивание) и при скрещивании форм, относящихся к разным видам (межвидовое скрещивание). Как и в селекции всех остальных сельскохозяйственных культур, у винограда успешное использование гетерозиса позволяет в короткий срок добиваться улучшения тех или иных свойства и показателей. В результате гетерозиса возможно увеличение урожайности винограда на 20–30 и даже на 50–70 % и более. Известно, что в гибридах, полученных в результате гибридизации, проявление гетерозиса может наблюдаться как по всем, так и по нескольким или даже по одному положительному признаку. Опыт показывает, что не каждая родительская пара может дать гибридные формы с явлением гетерозиса [19–25].

Поэтому в соответствии с целью селекционной работы следует правильно подбирать первичный материал, т.е. родительские пары. Признак гетерозиса наиболее сильно проявляется только у гибридов первого поколения; в последующих же поколениях явление гетерозиса ослабевает. В растениях, размножаемых вегетативным способом, можно укреплять и развивать признаки гетерозиса. Именно поэтому селекционеры-виноградари особое внимание должны уделять изучению явления гетерозиса у винограда, размножаемого вегетативным способом. У некоторых сеянцев винограда, полученных путём гибридизации различных сортов, гетерозис проявляется в увеличении силы роста куста, количества и размера ягод, улучшении физиологических и биохимических показателей, а именно в повышении уровня содержания сахара, общего азота, пигментных и органических веществ. В конечном же итоге гетерозис проявляется в формировании биологической специфичности виноградного растения, увеличении количества и качества урожая, повышении устойчивости к биотическим и абиотическим стрессовым факторам окружающей среды [6, 7, 16–26].

**Цель исследования.** Следует отметить, что накопление и рациональное использование генетических ресурсов винограда, выявление донорских генотипов и привлечение их в целевые селекционные программы, выведение новых высокоурожайных и высококачественных сортов винограда, устойчивых к биотическим и абиотическим условиям внешней среды, обогащение генофонда винограда хозяйственно и селекционно ценными образцами, изучение вопросов происхождения, изменчивости и полиморфизма популяций винограда, улучшение путём клоновой селекции ценных сортов винограда с ослабленными по различным причинам (антропогенным, экологическим, генетическим и др.) наследственными признаками, изучение закономерностей наследственности и изменчивости в гибридных популяциях и гибридных поколениях винограда, исследование вопросов заго-

товки посадочного материала и организация питомниководства, осуществление цифрового описания местных сортов и гибридов винограда в соответствии с требованиями OIV (MOBB) и на основании этого создание всемирной базы данных и международного каталога *Vitis*, разработка теоретических и практических рекомендаций и предложений с целью широкого внедрения в производство перспективных сортов винограда являются наиболее актуальными вопросами в области виноградарства, имеющими большое значение.

### Материалы и методы исследования

Материал исследования составили гибридные растения, полученные путём скрещивания 14-ти комбинаций принадлежащих различным эколого-географическим группам (*convar orientalis* Negr., *convar pontica* Negr., *convar occidentalis* Negr.) сортов винограда, выращиваемых в ампелографической коллекции АзНИИВиВ.

Морфологический, агробиологический (продолжительность вегетации, учет элементов урожайности и др.) состав изучаемых сортов и гибридных форм и химический состав урожая определялся традиционными методами [26–29].

Изучение устойчивости родительских сортов и гибридных растений к оидиуму производилось в натуральных условиях в годы, когда наблюдалась эпифитотия. Первичные материалы по исследованиям были обработаны по математико-статистическим методам. При определении у растений в гибридных популяциях степени доминантности наследственных признаков и эффекта гетерозиса использовались формулы, указанные О.В. Масюковой. Коэффициент наследования признака ( $\eta^2_x = h^2$ ), выражающего генотипическое разнообразие популяции по соответствующим показателям в первом гибридном поколении ( $F_1$ ) винограда определялся тоже по О.В. Масюковой. Для определения степени гетерозиса и доминантности по гибридным комбинациям использовалась формула, предложенная О.В. Масюковой [29].

Гетерозис:

$$G\% = \frac{F_1 - MF}{MF} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $F_1$  – средний показатель гибридной формы;  
 $MF$  – средний показатель родительских форм.

Коэффициент доминантности:

$$H_p = \frac{F_1 - MP}{HP - MP} \quad (2)$$

где  $H_p$  – коэффициент доминантности;  
 $F_1$  – средний показатель гибридной формы;  
 $MP$  – среднее значение показателей родительских форм;  
 $HP$  – показатель самой лучшей родительской формы.

Оценка показателей по баллам и разделение по рангам осуществлялись по методам Международной Организации Виноградарства и Виноделия (OIV). В кодирование агробиологических и хозяйственно-технологических особенностей использовались со-

временные методы. При кодировании ботанических признаков, агробиологических и хозяйственно-технологических, и в целом фенотипических особенностей генотипов винограда и оценки их перспективности использовались международные дескрипторы OIV [27–29, 31].

В процессе исследований агробиологические особенности родительских пар и гибридных семян (форм) изучались на основе метода А.А. Зармаева [26] и В.С. Салимова [27].

### Результаты и их обсуждение

В ходе исследований был определен вегетационный период растений в популяциях гибридных комбинаций, проведена их оценка в баллах с последующей классификацией по группам, выявлена степень гетерозиса и установлен коэффициент доминантности показателя урожайности по популяциям (табл. 1).

Показатель продолжительности вегетационного периода является одним из наиболее важных биологических особенностей винограда. В процессе наших исследований выяснилось, что наследование признака продолжительности вегетационного периода первым поколением гибридов ( $F_1$ ) зависит от типа данного признака у родительских форм. Так, например, в новой гибридной популяции, полученной от скрещивания сорта позднего срока созревания Агшаны с сортом среднего срока созревания Табризи, 42 % растений оказались среднеспелыми (как отцовская форма), 56 % – позднеспелыми (как материнская форма) и 2 % – очень позднеспелыми (в отличие от родительских форм).

В гибридном поколении комбинации сорта Агшаны (позднего срока созревания) × Гара пишраз (раннего срока созревания) были получены семена раннего (20 %), среднего (36 %) и позднего (44 %) срока созревания. А в популяции гибридной комбинации Агшаны (позднего срока созревания) × Гарашаны (среднего срока созревания) 40 % из общего числа растений составили гибриды среднего срока созревания, 54 % – гибриды позднего и 6 % – гибриды сверх позднего срока созревания (табл. 1).

Вегетационный период у растений, полученных в результате скрещивания позднеспелого сорта Агшаны со сверх позднеспелым сортом Мускат александрийский, длился 135–150 дней и более. При этом 11 % растений в популяции составили семена среднего, 68 % – позднего и 21 % – очень позднего срока созревания. Большая часть гибридных растений (56 %), полученных путём скрещивания сорта Агшаны (позднего срока созревания) с сортом Тайфи розовый (очень позднего срока созревания), унаследовала продолжительность вегетационного периода от материнской формы. А 42 % растений в новой гибридной популяции переняли данный признак у отцовской формы. И лишь 2 % семян заняли промежуточное положение по наследованию продолжительности периода вегетации, оказавшись сортами среднего срока созревания.

В гибридной популяции, образовавшейся по комбинации скрещивания Агшаны (позднеспелый сорт)

**Таблица 1.** Показатели наследуемости и изменчивости продолжительности вегетационного периода у гибридов винограда первого поколения (F<sub>1</sub>)

**Table 1.** Indicators of heredity and variability of vegetation period duration in the first hybrid generation of grapes (F<sub>1</sub>)

Гибридные комбинации	Количество растений	Показатели родительских форм		Количество гибридных растений в популяции по показателю продолжительности вегетационного периода (%)			
		♀	♂	раннеспелые (вегетационный период 110–135 дней)	среднеспелые (вегетационный период 135–145 дней)	позднеспелые (вегетационный период 145–150 дней)	сверх позднеспелые (вегетационный период больше 150-ти дней)
<b>Гибридные формы столового направления</b>							
Аг шаны × Табризи	96	позднего срока созревания	среднего срока созревания	-	42,0	56,0	2,0
Аг шаны × Гара пишраз	82	позднего срока созревания	раннего срока созревания	20,0	36,0	44,0	-
Аг шаны × Гара шаны	68	позднего срока созревания	среднего срока созревания	-	40,0	54,0	6,0
Аг шаны × Мускат александрийский	76	позднего срока созревания	очень позднего срока созревания	-	11,0	58,0	21,0
Аг шаны × Тайфи розовый	112	позднего срока созревания	очень позднего срока созревания	-	2,0	56,0	42,0
Аг шаны × Мускат гамбургский	36	позднего срока созревания	позднего срока созревания	11,1	27,8	41,7	19,4
Аг шаны × Молдова	48	позднего срока созревания	позднего срока созревания	-	41,7	41,7	16,6
Аг шаны × Аг халили	52	позднего срока созревания	очень позднего срока созревания	28,0	44,0	18,0	10,0
<b>Гибридные формы технического направления</b>							
Тавквери × Хиндогны	28	среднего срока созревания	позднего срока созревания	-	45,0	25,0	30,0
Тавквери × Гара лкени	29	среднего срока созревания	позднего срока созревания	-	52,5	28,5	19,0
Сысаг × Баяншира	29	среднего срока созревания	позднего срока созревания	10,5	46,5	17,0	26,0
Алиготе × Баяншира	18	раннего срока созревания	позднего срока созревания	22,5	55,6	21,9	-
Баяншира × Семильон	32	раннего срока созревания	среднего срока созревания	-	31,5	48,5	20,0
Тавквери × Мадраса	56	среднего срока созревания	среднего срока созревания	10,0	16,0	35,6	38,4

× Мускат гамбургский (позднеспелый сорт), были выявлены растения с различным сроком созревания: ранним (11,0 %), средним (27,8 %), поздним (41,7 %) и очень поздним (19,4 %).

В новом поколении родительской пары поздно созревающих сортов Аг шаны × Молдова образовалось достаточно большое количество (41,7 %) растений среднего срока созревания. 41,7 % семян в этой популяции оказались гибридами позднего, а 16,6 % – очень позднего срока созревания.

В новом поколении гибридов по комбинации сортов Аг шаны (позднеспелый) × Аг халили (раннеспелый) 28 % семян унаследовали признак продолжительности периода вегетации у отцовской, а 18 % – у материнской родительской формы. 44 % растений в новой популяции оказались гибридами промежуточного типа со средним сроком созревания, а 10 % – с очень поздним сроком созревания, в отличие от

родительских форм.

Популяции по гибридным комбинациям Тавквери (среднеспелый) × Хиндогны (позднеспелый) и Тавквери (среднеспелый) × Гара лкени (позднеспелый) в основном сформировались из растений со средним (45,0–52,5 %), поздним (25,0–28,5 %) и очень поздним (19–30 %) сроком созревания. Как видим, в этих гибридных популяциях наблюдается доминирование по признаку материнской формы. По данным комбинациям также образовались растения с очень поздним сроком созревания, отличающиеся от родительской пары, что связано с гетерозиготностью родительских форм и с эффектом гетерозиса, происходящим в гибридном поколении.

В первом поколении гибридов по комбинации среднеспелых сортов Тавквери × Мадраса развились растения как с ранним (10 %) и средним (16 %), так и с поздним (35,6 %) и с очень поздним сроком созре-

**Таблица 2.** Математико-статистические показатели наследуемости продолжительности вегетационного периода в гибридном поколении (F<sub>1</sub>) сорта Аг шаны

**Table 2.** Mathematical and statistic indicators of heredity of vegetation period duration in the hybrid generation (F<sub>1</sub>) of 'Ag Shany' grape variety

Интервал показателей	а	Материнская родительская форма – Аг шаны								r=8
		Отцовские родительские формы								
		Табризи	Гара пиш-раз	Гара шаны	Мускат александрыйский	Тайфи розовый	Мускат гамбургский	Молдова	Аг халили	
110-135 дней	1	-	16	-	-	-	4	-	15	H=
136-145 дней	2	40	30	27	8	2	10	20	23	$S_1^2 =$
146-150 дней	3	54	36	38	52	63	15	20	9	$\frac{S_1^2}{N} =$
больше 150 дней	4	2	-	4	16	47	7	8	5	4335,4
на		96	82	68	76	112	36	48	52	N=570
$\sum f_a$		250	184	184	236	381	97	132	108	S <sub>1</sub> =1572
$\sum f_a^2$		678	460	514	756	132,7	291	388	268	S <sub>2</sub> =4682
$h = \frac{(\sum f_a)^2}{n}$		651	412,9	497,9	732,8	1296,0	261,4	363,0	224,3	$\sum h = 4439,3$
Факториальная дисперсия – C <sub>x</sub>										103,9
Случайная дисперсия – C <sub>z</sub>										242,7
Общая дисперсия – C <sub>y</sub>										346,4
Факториальная вариация – $\sigma_x^2$										14,8
Случайная вариация – $\sigma_z^2$										0,43
Основной показатель наследуемости – $\eta_x^2$										0,3 (30 %)
Погрешность основного показателя наследуемости – $m \eta_x^2$										0,009
Критерий надёжности наследуемости – Ф										33,3
Надёжность по критерию Фишера – F										34,2
Практическая оценка критерия F – F <sub>0,001</sub>										2,66
Предел надёжности – Δ										0,024

вания (38,4 %). Лишь 16 % семян переняли признак родительских форм. В популяции наблюдался эффект гетерозиса по раннеспелости, позднеспелости и сверхпозднеспелости.

При изучении наследуемости показателя вегетационного периода в популяции гибридной комбинации сортов Сысаг (среднего срока созревания) × Баяншира (позднего срока созревания) выяснилось, что у 57,0 % растений наблюдается отрицательная ( $h_p = -3, -1$ ), а у 43 % – положительная ( $h_p = +1, +3$ ) доминантность.

Результаты исследования наследуемости продолжительности вегетационного периода и доминантности данного признака в популяции гибридов по комбинации Алиготе (раннеспелый сорт) × Баяншира (позднеспелый сорт) показали, что у 22,5 % гибридов по наследованию признака сформировался отрицательный ( $h_p = -1$ ), у 55,6 % – промежуточный ( $h_p = 0$ ), а у 21,9 % – положительный ( $h_p = +1$ ) тип доминантности.

У большинства растений (68,5 %) в популяции родительской пары Баяншира (позднеспелый сорт) × Семилон (среднеспелый сорт) преобладал положительный тип доминантности наследуемости ( $h_p = +1, +3$ ), а у 31,5 % растений наблюдалась отрицательная доминантность по среднему сроку созревания.

Было установлено, что чем больше в популяции генотипической и фенотипической изменчивости, тем легче отбирать селекционно ценные генотипы. С целью выявления уровня генотипического разнообразия, проводились математико-статистические исследования (табл. 2).

Результаты исследований показали, что уровень генотипического разнообразия в гибридных популяциях, образовавшихся в результате скрещивания сорта Аг шаны с другими сортами различного срока созревания, довольно высок, а значение основного показателя наследуемости ( $\eta_x^2$ ) равен 0,3 (30 %). Это означает, что по сроку созревания в гибридном поколении сорта Аг шаны проявляется большое многообразие. А это даёт возможность отбирать ценные генотипы по сроку созревания (раннему, среднему, позднему и очень позднему). Однако в результате математико-статистических исследований выяснилось, что уровень генотипического разнообразия в гибридных популяциях сорта Тавквери значительно ниже, и значение основного показателя наследуемости равно 0,026, что составляет 2,6 % (табл. 3).

#### Выводы

В целом, если по всем трем комбинациям растения отличались по различным признакам и особен-

**Таблица 3.** Математико-статистические показатели наследуемости продолжительности вегетационного периода в гибридном поколении (F<sub>1</sub>) сорта Тавквери

**Table 3.** Mathematical and statistic indicators of heredity of vegetation period duration in the hybrid generation (F<sub>1</sub>) of 'Tavkveri' grape variety

Интервал показателей	a	Материнская родительская форма – Тавквери			r=3
		Отцовские родительские формы			
		Хиндогны	Гара лкени	Мадраса	
до 110 дней	0	-	-	-	
110-135 дней	1	-	-	6	
135-145 дней	2	13	15	9	$H = \frac{S_1^2}{N} = 934,7$
145-150 дней	3	7	8	20	
больше 150-ти дней	4	8	6	21	
на		28	29	56	N=113
$\sum f_a$		79	78	168	S1=325
$\sum f_a^2$		243,0	216,0	558,0	S2=1017
$h = \frac{(\sum f_a)^2}{n}$		223,0	209,8	504,0	$\Sigma h = 936,8$
Факториальная дисперсия – Sx					2,1
Случайная дисперсия – Sz					80,2
Общая дисперсия – Су					82,2
Факториальная вариация – $\sigma_x^2$					1,5
Случайная вариация – $\sigma_z^2$					0,73
Основной показатель наследуемости – $\eta_x^2$					0,018
Погрешность основного показателя наследуемости – $m \eta_x^2$					1,44
Критерий надёжности наследуемости – Ф					1,44
Надёжность по критерию Фишера – F					1,44
Практическая оценка критерия F – F <sub>0,001</sub>					4,78
Предел надёжности – Δ					6,88

ностям, генотипы, отличающиеся по нескольким или же по целому комплексу хозяйственно и селекционно значимых признаков, составляют абсолютное меньшинство. При исследовании наследственных особенностей растений из популяций, полученных при различных гибридных комбинациях, было выявлено, что новые генотипы являясь носителями признаков родительских форм, по тем или иным признакам заметно отличаются от родителей. Во время исследований было выявлено, что у изучаемых нами гибридов первого поколения (F<sub>1</sub>) наследственность по признакам и особенностям характеризовалась своей разнотипностью.

**Источник финансирования**

Не указан.

**Financing source**

Not specified.

**Конфликт интересов**

Не заявлен.

**Conflict of interests**

Not declared.

**Список литературы**

1. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Мобилизация, сохранение и пополнение генетических ресурсов винограда донской ампелографической коллекции имени Я.И. Потапенко в 2019

году // Русский виноград. 2020;14:30-36. DOI 10.32904/2712-8245-2020-14-30-36.

2. Maul E., Töpfer R., Carka F., Cornea V., Crespan M., Dallakyan M., Andrés Domínguez T. de, Lorenzis G. de, Dejeu L., Goryslavets S., Grando S., Hovannisyann 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(1):5-12.

3. Макаров А.С., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В. Автохтонные сорта винограда: актуальность и перспективы использования в виноделии // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(4):349-360. DOI 10.34919/IM.2022.64.77.008.

4. 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.

5. Лиховской В.В., Зармаев А.А., Полулях А.А., Вольнкин В.А., Гориславец С.М., Рисованная В.И., Борисенко М.Н., Сапсай А.О. Ампелография аборигенных и местных сортов Крыма: монография под ред. Лиховского В.В. Симферополь: ООО «Форма». 2018:1-140.

6. Ильницкая Е.Т., Наумова Л.Г., Ганич В.А., Токмаков С.В., Макаркина М.В. Генетический полиморфизм редких и малораспространенных аборигенных донских генотипов *Vitis vinifera* L. // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):191-197. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.002.
7. 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;20(4):19-21.
8. Волинкин В.А., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Олейников Н.П. Альбина – новый столовый бессемянный сорт винограда селекции Института «Магарач» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(3):238-241. DOI 10.35547/IM.2021.99.86.005.
9. Salimov V., Musayev M., Asadullayev R. Ampelographic characteristics of Azerbaijani local grape varieties. *Vitis*. 2015;54:121-123.
10. Iliev A., Yankova P. The local grape varieties of Bulgaria. *Viticulture Studies (VIS)*. 2021;1(1):21-28. DOI 10.52001/vis.2021.3.
11. Maghradze D., Rustioni L., Turok J., Scienza A., Failla O., Forni G., Melyan G., Gasparyan S., Salimov V., Musayev M., Amanov M., Chkhartishvili N., Tsertsavdze N., Savin G., Troshin L., Volynkin V., Roshka N., Polulyakh A., Chizhova A. Caucasus and Northern Black Sea region ampelography. *Vitis*. 2012:89-168.
12. Панахов Т.М., Салимов В.С. Сорта винограда Азербайджана. Баку: Муаллим. 2012:1-288.
13. Салимов В.С., Шукуров А.С., Гусейнов М.А. Виноград: технология выращивания, защита растений и агроэкология. Баку: Зардаби Нешр ММДж. 2022:1-783.
14. Салимов В.С., Гурбанов М.Р. Итоги многолетних исследований по накоплению, изучению, оценке и использованию в селекции генофонда винограда Азербайджана // Известия НАНА. 2012;67(1):68-80.
15. Аманов М.В., Даутов И.А., Зари А.М., Салимов В.С. Биологические и хозяйственно-технологические особенности новой гибридной формы Аг шаны × Гара шаны // Аграрная наука Азербайджана. 2003;1-5:71-73.
16. Аманов М.В., Салимов В.С., Даутов И.А., Зари А.М. Морфологические, биологические и хозяйственно-технологические особенности новых гибридных форм Аг шаны × Тайфи розовый и Аг шаны × Табризи // Аграрная наука Азербайджана. 2006;5-6:82-84.
17. Салимов В.С. Морфологические, биолого-хозяйственные особенности и гетерозис винограда в некоторых гибридных популяциях // Виноделие и виноградарство. 2013;3:46-50.
18. Салимов В.С. Селекция винограда. Баку: Муаллим. 2019:1-304.
19. Студенникова Н.Л. Наследуемость некоторых хозяйственно ценных биологических признаков у семян винограда в популяции Мускат Джим × Сейв Виллар 20-347 // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2008;2:6-8.
20. Васылык И.А. Проявление гетерозиса в гибридном потомстве крымских автохтонных сортов винограда // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;49:21-24.
21. Салимов В.С., Гусейнов М.А., Насибов Х.Н., Джафарова Г.А., Шукуров А.С. Изучение изменчивости и наследования признаков в некоторых гибридных популяциях винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;3:47-49.
22. Майстренко Л.А. Новые бессемянные сорта винограда селекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко и ФГБУН «Магарач». Виноградарство и виноделие 2023-25-3
23. Лиховской В.В., Васылык И.А., Рыбаченко Н.А. Изменчивость биологических признаков генотипов в популяции от скрещивания сортов Талисман × Асма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(3):218-225. DOI 10.35547/IM.2021.84.35.002.
24. Васылык И.А., Левченко С.В. Новые перспективные столовые формы винограда частной селекции // Проблемы развития АПК региона. 2017;30(2):25-31.
25. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Выделение и изучение биотипов в популяции сорта винограда Мускат янтарный // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(1):16-18.
26. Зармаев А.А., Борисенко М.Н. Селекция, генетика винограда и ампелография. От теории к практике. Симферополь: ООО «Форма». 2018:1-330.
27. Салимов В.С. Методы ампелографического исследования генотипов винограда. Баку: Муаллим. 2014:1-184.
28. Салимов В.С. Ампелографический скрининг винограда. Баку: Зардаби нешр. 2022:1-318.
29. Масюкова О.В. Методы селекционно-генетических исследований плодовых пород. Кишинев: Штиинца. 1973:1-48.
30. Трошин Л.П., Маградзе Д.Н. Ампелографический скрининг генофонда винограда. Краснодар: КГАУ. 2013:1-120.
31. Adriana A., Diulgheroff S., Mackay M. FAO Bioversity. Multi-Crop Passport Descriptor. 2012;2:1-11. DOI 10.13140/2.1.3066.4486.

## References

1. Naumova L.G., Ganich V.A. Mobilization, conservation and replenishment of grapevine genetic resources of the Ya.I. Potapenko Don ampelographic collection in 2019. *Russian Grapes*. 2020;14:30-36. DOI 10.32904/2712-8245-2020-14-30-36 (in Russian).
2. Maul E., Töpfer R., Carka F., Cornea V., Crespan M., Dallakyan M., Andrés Domínguez T. de, Lorenzis G. de, Dejeu L., Goryslavets S., Grandó S., Hovannisyán N., Hudcovícova M., Hvarleva T., Ibáñez J., Kiss E., Kocsis L., Lacombe T., Laucou V., Maghradze D., Maletić E., Melyan G., Miháljević 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(1):5-12.
3. Makarov A.S., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V. Autochthonous grapevine varieties: relevance and prospects of use in winemaking. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2022;24(4):349-360. DOI 10.34919/IM.2022.64.77.008 (in Russian).
4. 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).
5. 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: a monograph. Edited by Likhovskoi V.V. Simferopol: LLC Forma. 2018:1-140 (in Russian).
6. Ilnitskaya E.T., Naumova L.G., Ganich V.A., Tokmakov S.V., Makarkina M.V. Genetic polymorphism of rare and less



- common autochthonous Don grapevine varieties *Vitis vinifera* L. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019;21(3):191-197. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.002 (in Russian).
7. Gorislavets S.M., Risovannaya V.I., Spotar' G.Yu., Volodin V.A. Genotyping of 'Besemyannyi Magaracha' grape variety and analysis of its origin using SSR markers. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018;20(4):19-21 (in Russian).
  8. Volynkin V.A., Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Oleinikov N.P. New seedless table grape variety 'Albina' of the Institute Magarach breeding. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;23(3):238-241. DOI 10.35547/IM.2021.99.86.005 (in Russian).
  9. Salimov V., Musayev M., Asadullayev R. Ampelographic characteristics of Azerbaijani local grape varieties. *Vitis*. 2015;54:121-123.
  10. Iliev A., Yankova P. The local grape varieties of Bulgaria. *Viticulture Studies (VIS)*. 2021;1(1):21-28. DOI 10.52001/vis.2021.3.
  11. Maghradze D., Rustioni L., Turok J., Scienza A., Failla O., Forni G., Melyan G., Gasparyan S., Salimov V., Musayev M., Amanov M., Chkhartishvili N., Tsertsavdze N., Savin G., Troshin L., Volynkin V., Roshka N., Polulyakh A., Chizhova A. Caucasus and Northern Black Sea region ampelography. *Vitis*. 2012:89-168.
  12. Panakhov T.M., Salimov V.S. Grape varieties of Azerbaijan. Baku: Muallim' Publ. 2012:1-288 (in Azerbaijani).
  13. Salimov V.S., Shukurov A.S., Huseynov M.A. Grapes: cultivation technology, plant protection and agroecology. Baku: Zardabi Neshr MMG. 2022:1-783 (in Azerbaijani).
  14. Salimov V.S., Gurbanov M.R. The results of many years of research on the accumulation, study, evaluation and use in the selection of grape gene pool of Azerbaijan. *Izvestiya NANA*. 2012;67(1):68-80 (in Azerbaijani).
  15. Amanov M.V., Dautov I.A., Zari Z.M., Salimov V.S. Biological and economic-technological peculiarities of new hybrid forms 'Ag Shany' x 'Gara Shany'. *Agrarian Science of Azerbaijan*. 2003;1-3:71-73 (in Azerbaijani).
  16. Amanov M.V., Salimov V.S., Dautov I.A., Zari Z.M. Morphological, biological and economic-technological peculiarities of new hybrid forms 'Ag Shany' x 'Tayfi Rose' and 'Ag Shany' x 'Tabrizi'. *Agrarian Science of Azerbaijan*. 2006;5-6:82-84 (in Azerbaijani).
  17. Salimov V.S. Morphological, biological and economic features and heterosis of grapes in some hybrid populations. *Viticulture and Winemaking*. 2013;3:46-50 (in Russian).
  18. Salimov V.S. Selection of grapes. Baku: Muallim. 2019:1-304 (in Azerbaijani).
  19. Studennikova N.L. Heritability of some economically valuable biological traits in vine seedlings in the Muscat population 'Jim' x 'Save Villar 20-347'. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2008;2:6-8 (in Russian).
  20. Vasylyk I.A. Development of heterosis in hybrid offspring of Crimean native grape varieties. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Works*. 2020;49:21-24 (in Russian).
  21. Salimov V.S., Guseynov M.A., Nasibov H.N., Jafarova H.A., Shukurov A.S. The study of variability and inheritance of characteristics in some hybrid populations of grapes. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018;3:47-49 (in Russian).
  22. Maistrenko L.A. New seedless grape varieties of the Ya. I. Potapenko ASRIV&W and the Magarach ANRIV&W selection in the conditions of the Lower Don Region // Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(1):6-13. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.001 (in Russian).
  23. Likhovskoi V.V., Vasylyk I.A., Rybachenko N.A. Variability of biological traits of genotypes in the 'Talisman x Asma' crossing population. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;3(3):218-225. DOI 10.35547/IM.2021.84.35.002 (in Russian).
  24. Vasylyk I.A., Levchenko S.V. New promising table grape forms of private selection. *Problems of development of the agro-industrial complex of the region*. 2017;30(2):25-31 (in Russian).
  25. Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. The isolation and study of the biotypes in the population of cv. 'Muscat Yantarnyi' grapevine. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019;21(1):16-18 (in Russian).
  26. Zarmaev A.A., Borisenko M.N. Breeding, grape genetics and ampelography. From the theory to practice. Simferopol: LLC Forma. 2018:1-330 (in Russian).
  27. Salimov V.S. Methods of ampelographic research of grape genotypes. Baku: Muallim. 2014:1-184 (in Azerbaijani).
  28. Salimov V.S. Ampelographic screening of grapes. Baku: Zardabi Neshr. 2022:1-318 (in Azerbaijani).
  29. Masyukova O.V. Methods of selection-genetic research in horticulture. Kishinev: Shiintsa. 1973:1-48 (in Russian).
  30. Troshin L.P., Magradze D.H. Ampelographic screening of grape genepool. Krasnodar, KSAU. 2013:1-120 (in Russian).
  31. Adriana A., Diulgheroff S., Mackay M. *FAO Bioversity. Multi-Crop Passport Descriptor*. 2012;2:1-11. DOI 10.13140/2.1.3066.4486.

### Информация об авторах

**Вугар Сулейманович Салимов**, директор института, д-р с.-х. наук; e-мэйл: vugar\_salimov@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-6383-158X>;

**Афат Сабировна Гусейнова**, зав. отделом, канд. с.-х. наук; e-мэйл: a.huseynova19@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9712-7750>;

**Вусаля Низамовна Шюкурова**, зав. отделом; e-мэйл: vusale.sukurova81@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2457-815X>;

**Лейла Руслановна Эюбова**, мл. науч. сотр.; e-мэйл: leylaeyubova@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-3889-2573>;

**Хасрат Имранович Алыев**, мл. науч. сотр.; e-мэйл: hezialiyev54@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0007-8324-5087>.

### Information about authors

**Vugar S. Salimov**, Director of the Institute, Dr. Agric. Sci.; e-mail: vugar\_salimov@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-6383-158X>;

**Afet S. Huseynova**, Head of Department, Cand. Agric. Sci.; e-mail: a.huseynova19@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9712-7750>;

**Vusala N. Shukurova**, Head of Department; e-mail: vusale.sukurova81@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2457-815X>;

**Leyla R. Eyyubova**, Junior Staff Scientist; e-mail: leylaeyubova@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-3889-2573>;

**Hasrat I. Aliyev**, Junior Staff Scientist; e-mail: hezialiyev54@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0007-8324-5087>.

Статья поступила в редакцию 18.05.2023, одобрена после рецензии 09.06.2023, принята после публикации 21.08.2023.

## Изучение донского аборигенного сорта винограда Мушкетный на коллекции в Нижнем Придонуе

Наумова Л.Г.<sup>✉</sup>, 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

<sup>✉</sup>lgnaumova@yandex.ru

**Аннотация.** Мобилизация сортовых ресурсов винограда и размещение их в ампелографической коллекции играет важную роль в сохранении и использовании генофонда винограда. Особую ценность представляют местные (аборигенные) сорта винограда. Цель исследования – изучение агробиологических и технологических показателей малораспространенного аборигенного донского сорта винограда Мушкетный, произрастающего в условиях Нижнего Придонуя. Изучение проводили в 2013–2022 гг. на Донской ампелографической коллекции имени Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, Россия), в качестве контроля был взят сорт Рислинг рейнский. Сорта возделывались в укывной привитой культуре. По срокам созревания сорт Мушкетный относится к сортам средне-позднего срока созревания, а контрольный сорт – среднего срока созревания. Процент распустившихся почек был выше у сорта Мушкетный, чем у контроля (74,8 и 68,1 % соответственно). Изучаемый сорт превосходил контрольный по средней массе грозди и урожайности (на 74 г и 4,9 т/га), но уступал по проценту плодоносных побегов, коэффициенту плодоношения и сахаристости сока ягод. Грозди и ягоды у сорта Мушкетный крупнее, чем у контроля. Белое сухое вино из сорта Мушкетный прозрачное, бледно-соломенного цвета, имеет яркий аромат, с легкими мускатными тонами. Вкус приятный, гармоничный, с пикантной горчинкой. Дегустационная оценка вина 8,6 балла, у контрольного сорта оценка 8,8 балла. На основании проведенных исследований считаем, что сорт Мушкетный может быть использован с целью расширения сырьевой базы для получения высококачественных вин, а также в селекции.

**Ключевые слова:** ампелографическая коллекция; виноград; донской аборигенный сорт; фенология; урожайность; кондиции урожая; вино; дегустационная оценка.

**Для цитирования:** Наумова Л.Г., Ганич В.А. Изучение донского аборигенного сорта винограда Мушкетный на коллекции в Нижнем Придонуе // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):253-258. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.005.

O R I G I N A L   R E S E A R C H

## The study of Don aboriginal grape variety ‘Mushketnyj’ at the Lower Don regional collection

Naumova L.G.<sup>✉</sup>, 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 Centre, 166 Baklanovsky ave., 346421 Novocherkassk, Rostov region, Russia

<sup>✉</sup>lgnaumova@yandex.ru

**Abstract.** Mobilization of varietal resources of grapes and their placement in the ampelographic collection plays an important role in preserving and using of grape gene pool. Local (aboriginal) grape varieties are of particular value. The goal of research is to study agrobiological and technological indicators of less common Don aboriginal grape variety ‘Mushketnyj’ growing in the Lower Don regional conditions. The study was carried out in 2013–2022 at the Don Ampelographic Collection named after Ya.I. Potapenko (Novocherkassk, Russia). The variety ‘Rhine Riesling’ was used as a control. Grape varieties were cultivated in a covered grafted culture. In terms of ripening, the variety ‘Mushketnyj’ can be attributed to the group of medium-late ripening, and the control variety - to medium ripening. The percentage of evolved buds was higher in ‘Mushketnyj’ variety than in the control (74.8 and 68.1 %, respectively). The studied variety was better than the control variety in the average bunch weight and cropping capacity (by 74 g and 4.9 t/ha), but inferior in the percentage of fruiting shoots, fruiting coefficient and sugar content of berry juice. Bunches and berries of ‘Mushketnyj’ variety were larger than those of the control. Dry white wine from ‘Mushketnyj’ variety was transparent, light-straw in color, had a bright aroma, with light muscadine tones. The flavor was pleasant, balanced, with a spicy bitterness. Tasting assessment score of the wine was 8.6 points, and for the control variety the score was 8.8 points. Based on the research, we consider that ‘Mushketnyj’ variety can be used to expand the raw material base for obtaining high-quality wines, and we also recommend it for breeding.

**Key words:** ampelographic collection; grapes; Don aboriginal variety; phenology; cropping capacity; harvest conditions; wine; tasting assessment.

**For citation:** Naumova L.G., Ganich V.A. The study of Don aboriginal grape variety ‘Mushketnyj’ at the Lower Don regional collection. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):253-258. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.005 (in Russian).

### Введение

Генетические ресурсы культурных растений, которые используются для производства продуктов питания и создания сырья для промышленности, стабильно обеспечивают развитие и функционирование

экологически безопасной сельскохозяйственной отрасли народного хозяйства при изменении природно-климатических условий [1].

Мобилизация сортовых ресурсов винограда и размещение их в ампелографической коллекции играет важную роль в сохранении и использовании генофонда винограда [2–5]. Проблема сбора, сохранения, изучения и использования генетических

ресурсов винограда чрезвычайно важна на современном этапе развития виноградарства [6, 7]. Для каждого виноградарского региона характерен свой уникальный местный сортимент винограда, который формировался на протяжении длительного периода времени в определенных условиях и обладает рядом ценных свойств и признаков. Большинство аборигенных и малораспространенных сортов винограда в настоящее время сохранились только благодаря коллекциям [5, 8–10].

**Цель исследования** – изучение агробиологических и технологических показателей малораспространенного аборигенного донского сорта винограда Мушкетный, произрастающего в условиях Нижнего Придонья, на Донской ампелографической коллекции имени Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, Россия) и включенного в 2021 г. в Реестр сортов, допущенных к использованию.

#### **Материалы и методы исследования**

Изучение проводили в 2013–2022 гг. на Донской ампелографической коллекции имени Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, Россия), в качестве контроля выбран сорт Рислинг рейнский. Схема посадки кустов – 3,0×1,5 м. Культура ведения укрывная, неполивная. Сорта привиты на подвое Кобер 5ББ. Формировка кустов – длиннорукавная веерная. Технология возделывания виноградников общепринятая для северной зоны промышленного виноградарства РФ.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, карбонатный, среднемощный, слабогумусированный, тяжелосуглинистый, на лёссовидных суглинках. Мощность гумусового горизонта (АВ) достигает 90 см. Содержание подвижных форм фосфора и калия (по ГОСТ 26205-91) – 3,27 мг/кг и 591,6 мг/кг соответственно, нитратов (по ГОСТ 26489-85) – 40,72 мг/кг, гумуса (по ГОСТ 26213-91) – 5,2 % [14]. Грунтовые воды недоступны для корневой системы винограда, так как находятся на глубине 15–20 м.

Изучение сортов винограда на коллекции проводили по общепринятым в виноградарстве методикам Лазаревского М.А. («Изучение сортов винограда»). Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1963), Простосердова Н.Н. («Изучение винограда для определения его использования (Увология)»). М.: Пищепромиздат, 1963) и ГОСТам (ГОСТ 27198-87 Виноград свежий. Методы определения массовой концентрации сахаров, ГОСТ 32114-2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот.). Образцы виноматериалов готовили в условиях микровиноделия по классической технологии приготовления белых сухих вин (Сборник технологических инструкций, правил и нормативных материалов по винодельческой промышленности / под ред. Г.Г. Валуйко. М.: Агропромиздат, 1985). Оценка образцов вин приводилась дегустационной комиссией Института, вина оценивались на закрытой рабочей дегустации по 10-балльной шкале (ГОСТ 32051-2013 Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа).

Место происхождения и время появления сорта винограда Мушкетный на Дону точно не известны. Однако наличие сорта только в старых насаждениях свидетельствует о его местном происхождении. Имеются основания считать, что он получен из семян и в дальнейшем размножен черенками. Исходным материалом мог служить редкий, давно завезенный на Дон мускатный сорт Дурман (Мускат де Константинополь), близкий по многим биологическим признакам к Мушкетному. Известен также под названиями Мускат, Ладанок, Ладанный (ошибочно). Последний синоним чаще дается сорту Мускат белый [11].

По эколого-географической классификации сортов винограда А.М. Негруля сорт Мушкетный (рис. 1, 2) относится к сортам бассейна Черного моря (сopvar pontica Negr.).

Листья большие, слегка растянутые в ширину, темно-зеленые, широко воронковидные, со слегка отгибающимися кверху краями, чаще глубоко рассеченные, пятилопастные, но встречаются и менее рассеченные. Сверху сетчато-морщинистые, снизу с паутинистым опушением средней густоты и примесью щетинок. Верхние вырезки глубокие, обычно закрытые широкой и тупой средней лопастью, с яйцевидным просветом и округлым, реже слабо заостренным или однозубчатым дном, иногда открытые, лировидные. Нижние вырезки обычно только намечены или мелкие в виде входящих углов, реже средней глубины, лировидные. Черешковая выемка обычно закрытая надвигающимися нижними лопастями с узким эллиптическим или овальным просветом, заостренным или округлым дном. Зубцы на концах лопастей крупнее краевых, острые. Зубчики по краю широко треугольные с выпуклыми сторонами.

Цветок функционально женский. Грозди средние, реже большие, почти цилиндрические или цилиндрикоконические, часто бесформенные (комкообразные), очень плотные при хороших условиях опыления. Ножки гроздей короткие. Ягоды средние, округлые и сплюснутые, зеленовато-белые, на солнце – светло-желтые с коричневым загаром. Кожица толстая, грубая, с густым восковым налетом. Мякоть мясисто-сочная. Вкус с заметной терпкостью и со своеобразным привкусом, напоминающим мускатный. Универсальный сорт. Кусты отличаются сильным ростом и почти полным вызревaniem однолетних побегов [12].

Знание генетического происхождения в настоящее время актуально, так как аборигенные сорта, часто несут ценные гены, которые могут быть востребованы в селекции. В Центре коллективного пользования «Геномные и постгеномные технологии» (СКФНЦСВВ, г. Краснодар) были выполнены исследования по определению молекулярно-генетического паспорта сорта Мушкетный (по 6 микросателлитным локусам): VVS2 133:135, VVMD7 247:249, VVMD27 180:195, VVMD5 230:248, VrZAG62 200:204, VrZAG79 238:252 [13].

В Ростовской области виноград возделывается в укрывной культуре, так как зимы бывают холодные и малоснежные. Регион характеризуется недостаточ-



**Рис. 1.** Коронка молодого побега сорта винограда Мушкетный

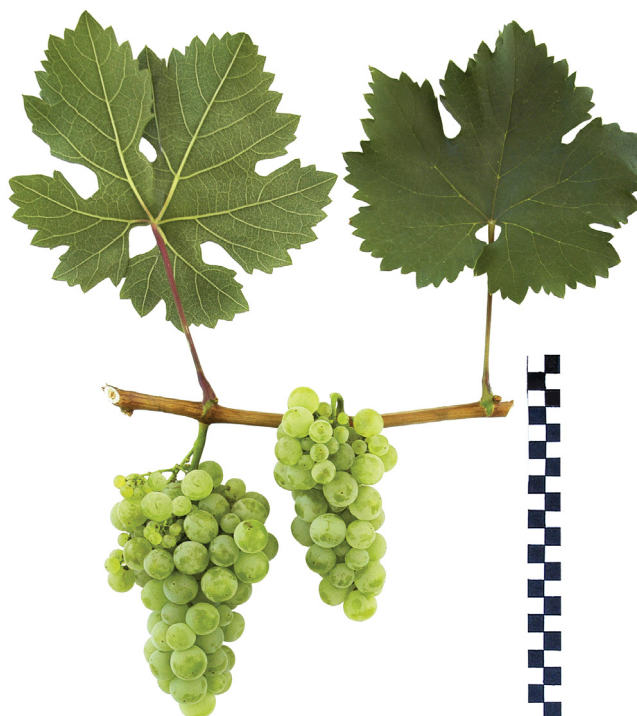
**Fig. 1.** A young shoot apex of 'Mushketnyj' variety

ным увлажнением. Метеоданные (табл. 1, 2) приведены по сведениям метеопоста института, расположенного рядом с коллекцией.

Температура воздуха в периоды вегетации в основном была выше средних многолетних данных (исключения, например, были в апреле в 2017, 2020 и 2021 гг., когда температура воздуха была на уровне плюс 10, 9,1 и 9,7 °С соответственно, что ниже среднемноголетней в плюс 10,2 °С, это повлияло на дату начала распускания почек). Только два месяца – в июне и августе температура воздуха во все годы наблюдений была выше средних многолетних данных.

Наиболее продолжительный вегетационный период отмечен в 2018 г. и составил 204 дня (с 5 апреля по 26 октября), при сумме активных температур воздуха 4210 °С (средняя многолетняя 3350,8 °С), что способствовало более раннему созреванию урожая и наилучшим условиями за весь период изучения сорта Мушкетный. На 6 сентября сахаристость сока ягод составила 20,7 г/100 см<sup>3</sup> при титруемой кислотности 6,0 г/дм<sup>3</sup>.

Количеством выпавших осадков (в период вегетации) по годам также различались между собой (табл. 2). Осадков менее 200 мм выпало в 2019, 2020 и 2022 гг. Больше всего осадков выпало в сезоны 2013 и 2016 гг. (389,8 и 397,2 мм соответственно, что выше



**Рис. 2.** Гроздь сорта винограда Мушкетный

**Fig. 2.** A bunch of 'Mushketnyj' variety

**Таблица 1.** Температурные условия вегетационных периодов 2013–2022 гг.  
**Table 1.** Temperature conditions of growing seasons 2013–2022

Годы	Средние температуры воздуха по месяцам, °С						
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
2013	12,2	22,2	24,3	25,0	24,5	15,1	8,8
2014	10,6	20,2	22,0	25,8	26,5	17,4	8,1
2015	10,2	16,9	23,4	24,9	25,2	22,2	7,5
2016	13,4	16,9	22,8	24,4	26,7	16,3	7,5
2017	10,0	16,6	21,9	24,8	26,9	20,0	9,8
2018	12,9	20,0	24,6	25,6	24,8	19,5	13,0
2019	11,1	18,7	25,2	22,4	23,2	17,0	12,1
2020	9,1	15,2	23,3	25,3	23,2	19,9	14,5
2021	9,7	17,9	21,7	25,9	25,0	15,5	9,8
2022	12,5	15,1	23,9	24,1	26,7	16,7	11,5
Среднее многолетнее	10,2	16,8	20,9	23,3	22,2	16,4	8,8

средних многолетних значений).

Наиболее высокие максимальные значения температуры воздуха были зафиксированы в 2014 г. +38,9 °С (15 августа), в 2017 г. +39 °С (8 августа), в 2018 г. +40 °С (28 июня), в 2020 г. +39,9 °С (7 июля), в 2021 г. +38,8 °С (19 июля).

#### Результаты и их обсуждение

Средняя многолетняя дата начала распускания почек у сортов винограда, произрастающих на коллекции в Нижнем Придолье приходится на 24–26 апреля, у изучаемых сортов в среднем она составила 28 апреля. У сорта Мушкетный самая ранняя дата начала распускания почек (за изучаемый период) отмечена

18 апреля 2016 г., самая поздняя – 4 мая 2021 г., соответственно у контрольного сорта – 18 апреля 2016 г. и 5 мая 2014 г.

В результате анализа дат наступления основных фенологических фаз у изучаемых сортов винограда установлено, что по продолжительности продукционного периода (от начала распускания почек до технологической зрелости ягод) они были следующих сроков созревания согласно международному классификатору OIV [15]: Мушкетный (147 дней) – средне-позднего, а контрольный сорт Рислинг рейнский (139 дней) – среднего, что делает их более ценными при выращивании в условиях Ростовской области, так как сорта позднего срока созревания не всегда достигают технической зрелости ягод в данном регионе (табл. 3). Наименьший по продолжительности продукционный период был у сорта Мушкетный в 2015 г. – 130 дней (ранне-средний срок созревания), а самый продолжительный в 2016 г. – 163 дня (поздний срок созревания). У сорта Рислинг рейнский самый короткий продукционный период был в 2014 г. – 128 дней (ранне-средний срок созревания), а самый продолжительный в 2017 г. – 152 дня (средне-поздний срок созревания).

Важным хозяйственно ценным показателем сорта является процент распутившихся почек, который показывает сохранность почек в укрывном валу, у сорта Мушкетный он был 74,8 %, а у контроля – 68,1 %. Процент плодоносных побегов и коэффициент плодоношения был выше у Рислинга рейнского на 17,6 % и 0,45, соответственно.

Урожайность сорта зависит от многих факторов, наиболее важными из которых являются сортовые особенности, а также метеорологические условия в годы проведения исследований. Изучаемый сорт Мушкетный превосходит по урожайности в 1,9 раза контрольный сорт Рислинг рейнский (5,2 и 10,1 т/га соответственно). Средняя масса грозди также выше у сорта Мушкетный и составляет 176 г, у контроля – 102 г. По годам средняя масса грозди колебалась у сортов: Мушкетный – от минимума в 2016 г. (126 г) до максимума в 2018 г. (267 г), у сорта Рислинг рейнский минимум в 2016 г. (66 г), в 2021 г. – максимум (153 г).

**Таблица 2.** Количество осадков в периоды вегетации 2013–2022 гг.

**Table 2.** The amount of precipitation during growing seasons 2013–2022

Годы	Количество осадков по месяцам, мм							
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	за период
2013	7,5	9,3	70,8	28,7	20,0	93,9	159,6	389,8
2014	38,7	49,1	37,2	15,1	0	41,6	22,2	203,9
2015	82,0	85,0	28,1	6,5	5,3	2,6	50,6	260,1
2016	11,3	165,0	47,8	87,6	4,3	54,5	26,7	397,2
2017	92,5	57,7	43,0	41,3	10,7	11,9	44,9	302,0
2018	6,7	23,7	4,7	101,8	10,6	35,9	43,1	226,5
2019	35,0	63,0	12,2	31,0	16,9	13,2	12,1	183,4
2020	10,8	49,0	27,0	43,0	9,0	0,2	17,8	156,8
2021	33,8	48,0	56,4	68,4	26,8	17,6	2,6	253,6
2022	53,5	16,1	0,3	25,7	24,6	29,2	44,3	196,7
Многолетние	36,9	49,1	59,7	44,7	41,1	37,7	39,1	308,3

**Таблица 3.** Агробиологические показатели сортов, среднее за 2013–2022 гг.

**Table 3.** Agrobiological indicators of varieties, average for 2013–2022

Показатели	Мушкетный	Рислинг рейнский
Средняя дата начала распускания почек	28.04	28.04
Распутившихся почек, %	74,8 ± 9,3	68,1 ± 10,2
Плодоносных побегов, %	56,8 ± 12,1	74,4 ± 12,8
Коэффициент плодоношения	0,85 ± 0,2	1,3 ± 0,3
Средняя масса грозди, г	176 ± 45,4	102 ± 29,0
Расчетная урожайность, т/га	10,1 ± 7,9	5,2 ± 1,4
Средняя дата полной зрелости ягод	21.09	14.09
Сахаристость сока ягод, г/100 см <sup>3</sup>	19,1 ± 1,4	20,7 ± 1,3
Титруемая кислотность, г/дм <sup>3</sup>	7,3 ± 1,3	8,1 ± 1,3
Количество дней от распускания почек до полной зрелости ягод	147 ± 11	139 ± 8
Сумма активных температур от распускания почек до технической зрелости ягод	3246 ± 182	3119 ± 182
Дегустационная оценка вина, балл	8,6	8,8
Тип вина	сухое белое	

Проведя промеры гроздей и ягод, были установлены средние размеры за 10-летний период наблюдений, длина грозди у сорта Мушкетный составила 12,3 см, ширина грозди – 7,6 см, диаметр ягоды – 17 мм, средняя масса 1 ягоды – 3,1 г, максимальная масса 1 ягоды – 3,6 г. У контрольного сорта длина грозди составила 10,5 см, ширина – 7,2 см, диаметр ягоды – 13 мм, средняя масса 1 ягоды – 1,4 г, максимальная – 1,5 г.

Так как изучаемые сорта относятся к виду *Vitis vinifera* L., то требуют полного комплекса защитных мероприятий.

Качество урожая зависит от содержания сахаров и титруемых кислот в соке ягод. Сахаристость и титруемая кислотность сока ягод была выше у контрольного сорта на 1,6 г/100 см<sup>3</sup> и 0,8 г/дм<sup>3</sup> соответственно. Глюкоацидометрический показатель (ГАП) у сортов был

практически на одном уровне – 2,6 и 2,7. Самая высокая сахаристость сока ягод (21,7 г/100 см<sup>3</sup>) отмечена в 2021 г. у сорта Мушкетный, а у Рислинга рейнского – в 2016 г. (22,8 г/100 см<sup>3</sup>).

При технологической оценке сортов урожай был использован для приготовления белых сухих вин. Вино из сорта Мушкетный было прозрачное, бледно-соломенного цвета, имело яркий аромат, с легкими мускатными тонами. Вкус приятный, гармоничный, с пикантной горчинкой. Дегустационная оценка вина 8,6 балла.

Вино из контрольного сорта Рислинг рейнский отличалось бледно-соломенным цветом, с зеленоватым оттенком, имело хорошо развитый типичный сортовой аромат. Вкус полный, умеренно свежий, гармоничный. Дегустационная оценка вина 8,8 балла.

### Выводы

При изучении на ампелографической коллекции в Нижнем Придонуе аборигенного донского сорта винограда Мушкетный было установлено, что он обладает хозяйственно ценными признаками и по основному экономически значимому показателю – урожайности, превосходит контрольный сорт Рислинг рейнский в 1,9 раза. Вино по качеству не значительно уступает контролю (8,6 и 8,8 балла соответственно). Данный сорт может быть использован с целью расширения сырьевой базы для получения высококачественных вин, а также в селекции.

### 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. Полулях А.А., Волынкин В.А. Генетические ресурсы винограда для интродукции и селекции // Виноградарство и виноделие. 2020;49:83-86.
2. 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-siemap/> (дата обращения: 20.07.2022).
3. 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.
4. 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.
5. Полулях А.А., Волынкин 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. 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.
7. Maul E., Töpfer R., Carka F., Cornea V., Crespan M., Dal-

- lakan M., T. de Andrés Domínguez, G. de Lorenzis, Dejeu L., Goryslavets S., Grando S., Hovannisyann 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.
8. 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.
9. 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.
10. Labagnara T., Bergamini C., Caputo A.R., Cirigliano P. *Vitis vinifera* L. germplasm diversity: a genetic and ampelometric study in ancient vineyards in the South of Basilicata region (Italy). *Vitis*. 2018;57(1):1-8. DOI:10.5073/vitis.2018.57.1-8.
11. Скуинь К.П. Мушкетный // Ампелография СССР. Малораспространенные сорта винограда. М.: Пищевая промышленность. 1965;2:430-432.
12. Алиев А.М., Кравченко Л.В., Наумова Л.Г., Ганич В.А. Донские аборигенные сорта винограда. Новочеркасск. 2013:1-132.
13. Ильницкая Е.Т., Наумова Л.Г., Ганич В.А., Токмаков С.В., Макаркина М.В. Генетический полиморфизм редких и малораспространенных аборигенных донских генотипов *Vitis vinifera* L. // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):191-197. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.002.
14. Павлюченко Н.Г., Мельникова С.И., Колесникова О.И., Зимица Н.И. Влияние обработки салициловой кислотой на развитие виноградных саженцев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022;17-3(67):24-30. DOI 10.12737/2073-0462-2022-24-30.
15. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de *Vitis*. OIV, 2009. <http://www.oiv.int/fr/> (дата обращения: 20.04.2023).

### References

1. Polulyakh A.A., Volynkin V.A. Grapevine genetic resources for introduction and breeding. *Viticulture and Winemaking*. 2020;49:83-86 (in Russian).
2. 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-siemap/> (date of access: 20.07.2022).
3. 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.
4. 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).
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. 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.
7. Maul E., Töpfer R., Carka F., Cornea V., Crespan M., Dal-

- M., Hvarleva T., Ibáñez J., Kiss E., Kocsis L., Lacombe T., Laucou V., Maghradze D., Maletić 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.
8. 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.
9. 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).
10. Labagnara T., Bergamini C., Caputo A.R., Cirigliano P. *Vitis vinifera* L. germplasm diversity: a genetic and ampelometric study in ancient vineyards in the South of Basilicata region (Italy). *Vitis*. 2018;57(1):1-8. DOI:10.5073/vitis.2018.57.1-8.
11. Skuin' K.P. *Mushketnyj / Ampelography of the USSR. Uncommon grape varieties*. M.: Food industry. 1965;2:430-432 (in Russian).
12. Aliev A.M., Kravchenko L.V., Naumova L.G., Ganich V.A. Don aboriginal grape varieties. *Novocherkassk*. 2013:1-132 (in Russian).
13. Ilnitskaya E.T., Naumova L.G., Ganich V.A., Tokmakov S.V., Makarkina M.V. Genetic polymorphism of rare and less common autochthonous Don grapevine varieties *Vitis vinifera* L. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(3):191-197. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.002 (in Russian).
14. Pavlyuchenko N.G., Melnikova S.I., Kolesnikova O.I., Zimina N.I. The effect of salicylic acid treatment on grapevine seedlings development. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*. 2022;17-3(67):24-30. DOI 10.12737/2073-0462-2022-24-30 (in Russian).
15. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de *Vitis*. OIV, 2009. <http://www.oiv.int/fr/> (date of access: 20.04.2023) (in French).

### Информация об авторах

**Людмила Георгиевна Наумова**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., зав. лабораторией ампелографии и технологической оценки сортов винограда; e-мейл: 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-мейл: 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 26.04.2023, одобрена после рецензии 13.07.2023, принята к публикации 21.08.2023.

# Влияние сроков съема плодов яблони на лежкость и товарные качества при хранении

Денисова О.А.✉

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

✉sadvodstvokrim@mail.ru

**Аннотация.** В современном садоводстве производство плодов яблони постоянно возрастает, совершенствуются технологии, появляются новые высококачественные сорта, которые способны восполнить сортимент пригодными для длительного хранения яблоками. Одним из важнейших показателей, влияющих на транспортабельность и лежкость плодов, является срок съема урожая. В статье представлены результаты исследований 2014–2020 гг. по изучению влияния сроков съема яблук на товарные качества и биохимический состав плодов новых отечественных и интродуцированных сортов яблони. Изучены оптимальные сроки сбора плодов на базе опытных насаждений в различных почвенно-климатических условиях, дана химико-технологическая оценка их пригодности для хранения в условиях обычной и газовой среды (на базе экспериментального холодильника в отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НВС-НИИ», а также на производственно-экспериментальных базах АО «Крымская фруктовая компания» Красногвардейского района и «Яросвит-Агро» Симферопольского района). Создан банк данных по содержанию сухих и растворимых веществ в плодах, показателей плотности мякоти, йодкрахмальной пробы, определены форма и размер плода, окраска кожицы, вкусовые и другие качества изучаемых нами сортов в условиях Крыма. Установлены сроки съема для осенних и раннезимних сортов (Гала, Салгирское, Приам, Крымское, Дюльбер, Киммерия) – с 05 по 20.09; наиболее поздние сроки съема плодов (15.10–01.11) отмечены у сортов Таврия, Крымское Зимнее, Гренни Смитт, Фуджи, Пинк Леди. Показатели плотности мякоти плодов изучаемых сортов в оптимальные сроки съема находятся в пределах от 7,3 кг/см<sup>2</sup> у сортов Киммерия, Голден Делишес до 9,5 кг/см<sup>2</sup> у сорта Ренет Симиренко. Содержание сухих растворимых веществ колеблется от 12,9 (Киммерия) до 15,8 % (Пинк Леди). Расчетный коэффициент зрелости находится в пределах от 0,17 до 0,23 ед. При правильном подборе сроков уборки потери уменьшаются в 1,5–2,0 раза. Лучшие результаты по продолжительности хранения (200–210 дней) при высоком выходе плодов (91–98 %) и хороших вкусовых качествах (4–5 баллов) имели плоды сортов селекции станции: Таврия, Крымское Зимнее, а также интродуцированный сорт Пинк Леди.

**Ключевые слова:** плоды яблони; биохимический состав; лежкость; оптимальные сроки съема; хранение; садоводство; сорт.

**Для цитирования:** Денисова О.А. Влияние сроков съема плодов яблони на лежкость и товарные качества при хранении // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):259-265. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.006.

## ORIGINAL RESEARCH

# The effect of timing for harvesting apple fruits on keeping and commercial qualities during storage

Denisova O.A.✉

Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, 52 Nikitsky Spusk str., Nikita, 298648 Yalta, Republic of Crimea, Russia

✉sadvodstvokrim@mail.ru

**Abstract.** In modern horticulture, the production of apple fruits is constantly increasing, production technologies are being improved, new high-quality cultivars, able to replenish the assortment of varieties suitable for long-term storage, are emerging. One of the most important indicators affecting the transportability and keeping quality of fruits is the timing of harvesting. The article presents the results of research in 2014–2020 on the study of apple harvesting timing on biochemical composition and commercial qualities of apple fruits of new varieties – local and introduced. The optimal terms for harvesting fruits on the basis of experimental plantations in various soil and climatic conditions were studied, chemical and technological assessment of their suitability for storage in normal and gaseous environments were made (on the basis of experimental refrigerator in the department of Crimean Experimental Horticulture Station FSBSI NBS-NSC, as well as at the production and experimental bases of JSC Crimean Fruit Company in Krasnogvardeiskiy district and Yarosvit-Agro in Simferopol district). A data bank was created on the content of dry and soluble substances in fruits, pulp density indicators, starch-iodine test. Fruit shape and size, skin color, flavor and other properties of the varieties under study in the conditions of Crimea were identified. Harvesting timing for autumn and early-winter varieties ('Gala', 'Salgirskeye', 'Priam', 'Krymskoye', 'Dyulber', 'Kimmeria') was established – from 05 to 20.09; the latest dates of fruit harvesting (15.10–01.11) were registered for the varieties 'Tavria', 'Krymskoye Zimnee', 'Granny Smith', 'Fuji', 'Pink Lady'. The indicators of fruit pulp density in the studied varieties are at the optimal harvesting time, from 7.3 kg/cm<sup>2</sup> ('Kimmeria', 'Golden Delicious') to 9.5 kg/cm<sup>2</sup> ('Renet Simirenko'). The content of dry soluble substances ranges from 12.9 % ('Kimmeria') to 15.8 % ('Pink Lady'). The estimated maturity coefficient is in the range from 0.17 to 0.23 units. With the right selection of harvesting timing, losses are decreasing by 1.5–2.0 times. The best results in terms of storage time (200–210 days) with a high yield of fruits (91–98 %) and good flavor quality (4–5 points) showed the fruits of following varieties of Experimental Station breeding: 'Tavria', 'Krymskoye Zimnee', as well as the introduced one 'Pink Lady'.

**Key words:** apple fruits; biochemical composition; keeping quality; optimal timing of harvesting; storage; horticulture; variety.

**For citation:** Denisova O.A. The effect of timing for harvesting apple fruits on keeping and commercial qualities during storage. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):259-265. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.006 (in Russian).



## Введение

В современном садоводстве XXI в. производство яблок постоянно возрастает, совершенствуются технологии, появляются новые высококачественные сорта. Вместе с тем для круглогодичного снабжения населения свежими яблоками необходимо длительное их хранение. Важную роль для увеличения длительности хранения имеет оптимальный срок съема плодов и этот вопрос давно обсуждается в литературе.

Длительное хранение плодов высокого качества основано на строгом соблюдении научно-обоснованной технологии выращивания, которая включает изучение влияния целого комплекса факторов. Это экологические факторы (неуправляемые человеком) – почва, климат, зона выращивания садовых насаждений, и агротехнические (управляемые) – сорт, тип подвоя, орошение, содержание междурядий, обеспеченность почвы основными элементами питания, способы формирования и обрезки деревьев, защитные мероприятия, сроки уборки, товарная обработка плодов [1–3].

Сроки съема плодов оказывают большое влияние на качество урожая, его транспортабельность и лежкость. Преждевременный или поздний съем плодов приводит, как правило, к значительной потере продукции. Реакция плодов одного и того же сорта в зависимости от их зрелости при одних и те же условиях хранения совершенно различна. Сроки съема каждого помологического сорта определяются ежегодно и корректируются с учетом влияния агро- и метеорологических факторов вегетационного периода и величины урожая [4–5].

Все плоды необходимо снимать в такой степени зрелости, когда они закончили рост и накопили максимальное количество ценных питательных веществ. Это состояние в практике садоводства называют съемной зрелостью плодов. Время ее наступления зависит от многих факторов: климатических и почвенных условий, системы содержания, удобрений и орошения почвы в саду и др. Оптимальные сроки съема урожая плодов должны обеспечивать получение наивысшего урожая плодов при максимальной их лежкости. Вопрос об оптимальных сроках съема урожая плодов с учетом физиологических показателей непосредственно связан с задачей снижения неоправданных потерь плодов. При правильном подборе сроков съема потери снижаются, плоды сохраняются на 1,5–3,0 месяца дольше [6–7].

Для определения съемной зрелости яблок по показателям прекращения их роста в период усиленного гидролиза крахмала существует методика определения веса плодов без отделения их от дерева, описанная М.К. Мурсаловым [8]. Она представляет значительный интерес, но трудно выполнима в условиях сада. Л.В. Метлицкий [9] указывает, что решить вопрос о сроке съема плодов можно на основе правильной биохимической теории. У. Османов [10] считает, что одним из объективных критериев наступления съемной зрелости плодов может быть сумма активных температур (САТ) от начала до массового

цветения.

По данным Н.А. Целуйко [11] определить степень зрелости и срок съема плодов семечковых можно только по совокупности признаков, среди которых основными являются наличие и особенно локализация крахмала в тканях плодов.

Оптимальные сроки уборки яблок определяются также на основании комплексного анализа данных по их устойчивости к физиологическим и микробиологическим заболеваниям при хранении, выходу плодов высшего и первого товарных сортов, органолептической оценке.

На основании многолетних исследований учеными «Крымской опытной станции садоводства» [3, 5, 12–13] установлены оптимальные сроки съема плодов яблони и груши по совокупности признаков, среди которых объективными показателями степени зрелости плодов являются наличие крахмала, содержание сухих растворимых веществ, плотность мякоти наряду с органолептическими данными (размер, окраска кожицы плодов, консистенция, способность отделяться от плодовой ветки и др.).

**Цель исследований** – установление и уточнение сроков съема плодов отечественных и интродуцированных сортов, определение их лежкости и качества.

Актуальность и новизна – изучение оптимальных сроков сбора плодов яблок новых сортов на базе опытных насаждений в различных почвенно-климатических условиях, определение их химико-технологической оценки пригодности для хранения в условиях обычной и газовой среды (на базе экспериментального холодильника в отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС-ННЦ», на производственно-экспериментальных базах АО «Крымская фруктовая компания» Красногвардейского района и «Яросвит-Агро» Симферопольского района), а также создание банка данных согласно существующих методик в полевых, лабораторных и аналитических исследованиях.

## Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования были взяты сорта яблони селекции Крымской опытной станции садоводства, ныне ФГБУН «НБС-ННЦ»: Салгирское, Крымское, Киммерия, Крымское Зимнее, Таврия; Гала, Приам, Дюльбер, Голден Делишес, Джонаголд, Ренет Симиренко, Фуджи, Гренни Смитт, Пинк Леди – зарубежного происхождения. Ниже приведена краткая характеристика сортов, которые находились в исследованиях по определению сроков съема плодов.

**Таврия.** Сорт позднезимнего срока созревания, выведен на Крымской опытной станции садоводства. В пору плодоношения на карликовом подвое вступает на 3–4-й год. Средняя урожайность – 25–43 т/га. В плодах содержится (%): сухих растворимых веществ – 12,1–14,9, сахаров – 9,1–11,6, кислот – 0,32–0,53, пектинов – 0,57–1,17; аскорбиновой кислоты – 7,2–9,0 мг/100 г сырой массы. Сохраняются плоды в обычном плодохранилище до марта–апреля, в холодильнике при температуре +2 °С – до июня, не теряя

товарные и вкусовые качества.

**Киммерия.** Зимний сорт, созданный на Крымской опытной станции садоводства. В опытных насаждениях станции максимальная урожайность составила 38 т/га. В плодах содержится (%): сухих растворимых веществ – 13,8–14,5, сахаров – 12,3–13,6, кислот – 0,76–0,80, пектинов – 0,85–0,93; аскорбиновой кислоты – 8,8 мг/100 г сырой массы. В условиях Крыма съемная зрелость плодов наступает во второй декаде сентября, потребительская – в октябре–ноябре. На момент зрелости плоды с плоскоокруглой формой, широкой основой и слабой ребристостью; желтовато-зеленые в период съемной зрелости, позже – золотисто-желтые. Мякоть белая, сочная, сладко-кислого вкуса (4,2–4,4 балла).

**Голден Делишес.** Американский сорт зимнего срока созревания. Скороплодный, с высокой и регулярной урожайностью (79 кг с дерева), отличными вкусовыми качествами, хорошей лежкостью, устойчивостью к болезням и вредителям. Обычный срок съема плодов – конец сентября. Хранятся плоды до апреля. На момент зрелости окраска плодов – зеленовато-желтая. Мякоть плода зеленоватая при съеме, сладкая, плотная, очень сочная, в лежке становится кремовой или светло-желтой, нежной, вкус – десертный.

**Гренни Смит.** Позднелистный сорт, получен в Австралии более 100 лет назад как случайный сеянец неизвестного сорта. Средняя урожайность – 25–35 т/га. Плодоношение нерегулярное. Химический состав плодов (%): сухих растворимых веществ – 16,2, сахаров – 11,7, аскорбиновой кислоты – 9,8 мг/100 г сырой массы. Съемная зрелость наступает в конце октября, потребительская – в марте. Транспортабельность – высокая. Плоды хранятся до апреля–мая. На момент зрелости мякоть плода зеленоватая, плотная, мелкозернистая, сочная, сладко-кислого вкуса (4,0–4,2 балла) со слабым ароматом.

**Джонаголд.** Зимний сорт, получен в 1943 г. в США. Средняя урожайность – 35–45 т/га. Химический состав плодов (%): сухих растворимых веществ – 16,1, сахаров – 12,3, органических кислот – 0,62; аскорбиновой кислоты – 9,5 мг/100 г сырой массы. Съемная зрелость наступает в конце сентября – начале октября, потребительская – в октябре. На момент зрелости плоды округлой формы. Основная окраска – интенсивно желтая с достаточно ярким оранжево-красным, размыто-полосатым румянцем на большей части плода. Подкожные точки большие, зеленые, хорошо заметные. Мякоть желтая, средней плотности, нежная, очень сочная, гармоничного, кисло-сладкого вкуса (4,6–4,8 балла).

**Ренет Симиренко.** Сорт позднелистного срока созревания неизвестного происхождения, обнаружен в Млиевском саду. Средняя урожайность – 25–35 т/га. Съемная зрелость наступает в конце сентября – начале октября. На момент зрелости плоды округло-конической или плоскоокруглой формы. Основная окраска при съеме светло-зеленая или ярко-зеленая. Подкожные точки многочисленные, крупные, свет-

лые. Мякоть белая, с зеленоватым оттенком, плотная, нежная, кисло-сладкого вкуса (4,3–4,5 балла).

**Пинк Леди.** Сорт позднего срока созревания, предназначен для выращивания в достаточно теплом климате. Дерево рано начинает плодоносить. Плоды крупные, весом 180–200 г, округло-конусовидной формы. На плодах заметен легкий восковый налет, через который проглядывают желтые подкожные точки. Мякоть кремового цвета, плотная и очень сочная. Вкус приятный, кисло-сладкий, с привкусом ванили и лесных ягод. Съемная зрелость наступает в конце октября – начале ноября. Яблоки сохраняют вкусовые качества до мая.

Исследования проводились в 2014–2020 гг. на базе опытных насаждений ФГБУН «НБС-ННЦ» отделения Крымской опытной станции садоводства (КОСС), а также на производственно-экспериментальных базах АО «Крымская фруктовая компания» Красногвардейского района и АО «Яросвит-Агро» Симферопольского района.

Работа выполнялась согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [14] и «Методике полевого опыта» [15].

Для определения сухих растворимых веществ (СРВ, %) использовали рефрактометр; плотности мякоти (Т, кг/см<sup>2</sup>) – пенетромметр. Абсолютно сухие вещества (%) определяли весовым методом; массовую концентрацию титруемых кислот (%) определяют титрованием стандартным титрованным раствором гидроксида натрия до значения РН 8.1; йодкрахмальную пробу (ИКП, %).

Для расчета оптимальных сроков съема плодов и экономической эффективности хранения яблок использовали общепринятые методики.

На основании полученных нами величин СРВ, плотности мякоти, ИКП вычисляли комплексный показатель зрелости яблок – индекс Штрайфа (ИШ), который рассчитывали по формуле:  $ИШ = Т / (СВР \times ИКП)$  при определении ИПК в баллах от 0 до 5.

При определении оптимальных сроков съема плодов учитывали комплекс показателей: величину, форму плодов, окраску кожицы, прочность прикрепления плодоножки к плодушке, содержание сухих растворимых веществ, степень гидролиза крахмала, плотность и консистенцию мякоти, вкусовые качества.

### Результаты и их обсуждение

На основании многолетних экспериментальных наблюдений нами определены сроки съема для изучаемых сортов яблони. Результаты исследований представлены в таблице 1. Для осенних сортов они наступают в сентябре с 05.09 по 20.09. Среди зимней группы первыми созревают сорта Дюльбер и Киммерия. По срокам съема эти сорта можно считать раннелистными. Наиболее поздние сроки съема плодов (15.10–1.11) наступают у сортов Таврия, Крымское Зимнее, Гренни Смит, Фуджи, Пинк Леди.

Установлена определенная закономерность по показателям йодкрахмальную пробу, сухих растворимых веществ, плотности мякоти плода, кислотности

и других показателей в плодах, достигших состояния съемной зрелости, в зависимости от исследуемых сортов. По мере созревания плодов плотность мякоти яблок уменьшается, уменьшаются показатели йодкрахмальной пробы. Вместе с тем происходит увеличение содержания сухих растворимых веществ, увеличивается количество сахаров.

Установлено, что показатели плотности мякоти плодов изучаемых сортов в оптимальные сроки съема находятся в пределах 7,3 кг/см<sup>2</sup> (Киммерия, Голден Делишес) – 9,5 кг/см<sup>2</sup> (Ренет Симиренко). Содержание сухих растворимых веществ колеблется от 12,9 % (Киммерия) до 15,8 % (Пинк Леди). Индекс Штрайфа для плодов изучаемых нами сортов от 0,17 до 0,23 ед. соответствует оптимальной зрелости.

На основании расчета оптимального коэффициента технической зрелости плодов нами предложена методика, основанная на поэтапной уборке плодов с дерева в 2–3 приема: сначала необходимо убрать крупные плоды, имеющие оптимальный коэффициент зрелости, затем подростки до крупных – средние, и в третий этап – подростки до крупных, бывшие мелкие плоды.

Плоды, убранные позже оптимального срока, следует использовать для непродолжительного и кратковременного хранения, а снятые слишком поздно, вообще не подлежат хранению и используются для немедленной реализации.

Изучение лежкоспособности плодов яблони (табл. 3) показала, что лучшие результаты по продолжительности хранения (200–210 дней) при высоком выходе плодов (91–98 %) и хороших вкусовых качествах (4–5 баллов) имели плоды сортов селекции станции – Таврия, Крымское Зимнее, а также интродуцированного сорта – Пинк Леди. Фактическая естественная убыль массы плодов у этих сортов при хранении составляла всего 3,2–3,5 %, что существенно ниже в сравнении с контролем. Причиной снижения лежкости у плодов Пинк Леди были в основном гнили и увядания, Таврии – поражение подкожной пят-

**Таблица 1.** Рекомендуемые сроки съема плодов яблони, 2014–2020 гг.  
**Table 1.** Recommended timing for harvesting apple fruits, 2014–2020

Сорт	Происхождение	Календарные сроки съема
<b>Осенние</b>		
Гала	Новая Зеландия	05–15.09
Салгирское	Россия, КОСС	05–15.09
Приам	Франция	10–20.09
<b>Зимние</b>		
Крымское	Россия, КОСС	10–20.09
Дюльбер	Россия, КОСС	15–20.09
Киммерия	Россия, КОСС	15–20.09
Голден Делишес (К)	США	25.09–01.10
Джонаголд	США	25.09–01.10
Ренет Симиренко	Украина	30.09–01.10
Фуджи	Япония	15–25.10
Крымское Зимнее	Россия, КОСС	15–25.10
Гренни Смит	Австралия	20–30.10
Таврия	Россия, КОСС	20–30.10
Пинк Леди	Австралия	20.10–01.11

**Таблица 2.** Показатели определения оптимальных сроков съема плодов яблони

**Table 2.** Indicators for determining the optimal timing for harvesting apple fruits

Дата отбора образцов	Плотность мякоти, кг/см <sup>2</sup>	Йодкрахмальная проба, балл	Сухие растворимые вещества, %	Коэффициент зрелости (индекс Штрайфа)
1	2	3	4	5

**Отделение «Крымская опытная станция садоводства», 2019 г.**

<b>Джонаголд</b>				
05.09	9,3	3,5	13,8	
08.09	8,5	2,8	14,6	
22.09	8,0	2,5	14,8	
<b>26.09 – начало съема</b>	<b>7,5</b>	<b>2,3</b>	<b>15,0</b>	<b>0,22</b>
<b>Киммерия</b>				
28.08	9,5	4,6	10,8	
05.09	8,3	3,5	11,5	
08.09	7,8	3,0	12,2	
<b>15.09 – начало съема</b>	<b>7,3</b>	<b>2,5</b>	<b>12,9</b>	<b>0,23</b>
<b>Голден Делишес</b>				
01.09	10,1	4,9	12,8	
10.09	9,8	4,4	13,2	
13.09	9,1	3,7	14,3	
<b>25.09 – начало съема</b>	<b>7,5</b>	<b>3,1</b>	<b>15,0</b>	<b>0,17</b>
<b>Ренет Симиренко</b>				
15.09	12,5	5,0	9,3	
22.09	9,8	4,9	12,9	
<b>30.09 – начало съема</b>	<b>9,5</b>	<b>4,1</b>	<b>13,6</b>	<b>0,17</b>

нистостью.

Анализ данных по изменению биохимического состава плодов яблони в процессе хранения (собранных в оптимальные сроки, 2019 г.) показывает, что биохимический состав плодов яблони в начале и в конце хранения формируется помологическим сортом. На протяжении всего периода хранения высокие вкусовые качества сохраняли плоды сортов Крымское Зимнее, Пинк Леди, Ренет Симиренко, Голден Делишес (максимальное содержание аскорбиновой кислоты в начале хранения составляет 14,7–15,8, в конце – 11,1–12,6 мг). Эти же сорта имели высокое содержание сахаров (16,4–17,2 и 12,1–15,0 % соответственно). Минимальное количество аскорбиновой кислоты в конце хранения имели сорта Таврия, Киммерия (5,5–6,0 мг), у них же отмечена высокая потеря ее за период хранения. Существенные потери титруемых кислот имели сорта Голден Делишес (0,35), Таврия (0,37). Максимальные потери общих сахаров к концу хранения (3,8–5,2 %) имели сорта Голден Делишес, Джонаголд.

В целом многолетние исследования биохимического состава плодов свидетельствуют, что в разные годы выделяются в основном одни и те же сорта (в наших исследованиях – это Киммерия, Голден Делишес, Гренни Смитт, Джонаголд, Ренет Симиренко, Пинк Леди и др.) с высокими показателями качества плодов, абсолютные величины которых зависят от погодных условий, технологий выращивания, но остаются характерными для сорта и зоны выращивания.

Производственная проверка результатов исследований показала, что, например, яблоки сорта Голден Делишес, собранные в оптимальные сроки при хранении в обычном холодильнике на протяжении 170 дней имели выход стандартных плодов 76 %, естественную убыль массы – 5,13 %, вкус – 5 баллов; плоды, собранные рано, имели, соответственно, показатели 52 %, 7,65 %, 4,2 балла, что значительно хуже предыдущих показателей. Установлено, что при правильном подборе сроков съема плоды со-

Окончание табл. 2.  
End of Table 2.

1	2	3	4	5
АО «Яросвит-Агро» Симферопольского района, 2018 год				
Голден Делишес				
11.09	8,9	4,7	13,1	
16.09	8,1	4,1	14,6	
18.09	7,8	3,6	15,0	
<b>25.09 – начало съема</b>	<b>7,3</b>	<b>2,5</b>	<b>15,2</b>	<b>0,19</b>
Пинк Леди				
09.10	11,5	4,7	14,3	
16.10	10,5	4,1	14,6	
<b>26.10 – начало съема</b>	<b>9,5</b>	<b>3,2</b>	<b>14,7</b>	<b>0,20</b>
Гренни Смит				
05.10	10,8	4,6	13,1	
09.10	9,8	3,8	13,7	
16.10	9,5	3,4	13,9	
<b>26.10 – начало съема</b>	<b>9,2</b>	<b>3,3</b>	<b>14,7</b>	<b>0,19</b>

**Таблица 3.** Результаты хранения плодов яблони (ОГС, температура +2 °С, относительная влажность 85 %, оптимальный срок съема)

**Table 3.** The results of storage of apple fruits (CGE, temperature +2 °C, relative humidity 85 %, optimal harvesting time)

Сорт	Продолжительность хранения, дни	Выход стандартных плодов, %	Естественная убыль массы, %	Оценка вкуса, балл	Основная причина снижения лежкости
Ренет Симиренко (к)	85	72,8	2,9	4,5	Подкожная пятнистость
Голден Делишес (к)	90	75,5	5,2	4,2	Увядание, подкожная пятнистость
Джонаголд	80	75,0	2,8	4,5	Подкожная пятнистость, стекловидность
Салгирское	100	85,3	2,5	4,7	Водянистое разложение, стекловидность
Киммерия	150	90,2	3,0	4,0	Подкожная пятнистость, побурение мякоти, загар
Крымское	170	91,6	3,5	4,5	Гнили
Приам	180	85,0	4,5	4,4	Увядание
Таврия	200	91,3	3,2	4,2	Подкожная пятнистость
Пинк Леди	210	98,5	3,2	4,7	Гнили
Крымское Зимнее	210	98,8	3,8	4,8	Гнили
НСР <sub>05</sub>		9,1	0,4	0,2	

хранятся на 1,5–3,0 месяца дольше, а потери снижаются в 1,5–2,0 раза. Прибыль от хранения в обычном холодильнике тонны плодов, убранных согласно методике, на 8–10 тыс. руб. выше.

#### **Выводы**

В ходе выполненных исследований установлено, что степень зрелости плодов имеет решающее значение для успешного их хранения. Для каждого сорта и для каждой зоны сроки съема плодов должны устанавливаться только опытным путем, заранее предсказать точные сроки зрелости яблок сложно, даже обладая большим статистическим материалом по данному сорту в данном саду за несколько лет.

Таким образом, в результате наших исследований установлены сроки съема для осенних и раннезимних сортов (Гала, Салгирское, Приам, Крымское, Дюльбер, Киммерия) – с 05 по 20.09; наиболее поздние сроки съема плодов (15.10–01.11) отмечены у сортов Таврия, Крымское Зимнее, Гренни Смитт, Фуджи, Пинк Леди.

Показатели плотности мякоти плодов изучаемых сортов в оптимальные сроки съема находятся в пределах от 7,3 (Киммерия, Голден Делишес) до 9,5 кг/см<sup>2</sup> (Ренет Симиренко). Содержание сухих растворимых веществ колеблется от 12,9 (Киммерия) до 15,8 % (Пинк Леди). Расчетный коэффициент зрелости находится в пределах от 0,17 до 0,23 ед. При правильном подборе сроков уборки потери уменьшаются в 1,5–2,0 раза.

Лучшие результаты по продолжительности хранения (200–210 дней) при высоком выходе плодов (91–98 %) и хороших вкусовых качествах (4–5 баллов) имели плоды сортов селекции станции: Таврия, Крымское Зимнее, а также интродуцированный Пинк Леди.

На основе определения оптимального коэффициента технической зрелости плодов нами разработана комплексная методика поэтапной уборки плодов с дерева в 2–3 приема, которая на сегодня внедрена более чем в 10 хозяйствах Крыма (АО «Крымская фруктовая компания» Красногвардейского района, АО «Яросвіт Агро» Симферопольского района, АО «Весна», АО «Победа» Нижнегорского района, «Сады Альминской Долины» Бахчисарайского района и др.). Полученные результаты могут быть использованы также для создания банка данных сортов в масштабе всей страны для каждого помологического сорта.

Эти высокопродуктивные сорта рекомендуются для использования в селекции. Внедрение их в производство окажет положительное влияние на эффективность деятельности отрасли садоводства.

#### **Источник финансирования**

Не указан.

#### **Financing source**

Not specified.

#### **Конфликт интересов**

Не заявлен.

#### **Conflict of interests**

Not declared.

#### **Список литературы**

1. Плугатарь Ю.В., Сотник А.И., Бабина Р.Д. Культура груши в Крыму: состояние и перспективы развития // Сборник научных трудов ГНБС. 2017;144-1:227-235.
2. Олефир Е.А. Влияние сроков съема плодов яблони на длительность хранения // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2010;58(04):353-362.
3. Бабина Р.Д., Литченко Н.А., Арифова З.И., Хоружий П.Г. Основные итоги работы Крымской опытной станции садоводства по селекции и сортоизучению семечковых и ягодных культур // Сборник научных трудов ГНБС. 2015;140:170-185.
4. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., Смелик Т.Л., Германова М.Г. Критериальные показатели, характеризующие съемную зрелость плодов яблони селекции СКФНЦСВВ // Новые технологии. 2019;4:183-191. DOI 10.24411/2072-0920-2019-10418.
5. Хубаева Е.Р., Тохтиева Л.Х., Цучкиева В.Б. Совершенствование способов хранения плодов яблони // Достижение науки – сельскому хозяйству: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2017:215-218.
6. Причко Т.Г., Смелик Т.Л., Германова М.Г. Сохранение качественных показателей плодов яблони, обусловленных сортовыми особенностями и составом среды в регулируемой атмосфере // Научные труды СКФНЦСВВ. 2019;23:253-258. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-253-258.
7. Горб Н.Н., Унтилова А.Е., Сотник А.И., Бабина Р.Д., Литченко Н.А., Попов А.И., Хоружий П.Г., Арифова З.И., Гришанева Л.Ю. Хранение плодов семечковых и других плодово-ягодных культур в условиях Крыма. Симферополь: Антикава. 2016:1-105.
8. Мурсалов М.К. Определение съемной зрелости айвы // Садоводство. 1964;9:16-17.
9. Метлицкий Л.В. Биохимия на страже урожая. М.: Наука. 1965:1-182.
10. Османов У. Разработка комплексной технологии хранения яблок в Таджикской ССР. Душанбе. 1989:1-14.
11. Целуйко Н.А. Определение сроков съема плодов семечковых культур. М.: Колос. 1969:1-72.
12. Plugatar Yu.V., Sotnik A.I., Denisova O.A., Babina R.D., Gorb N.N. Comparative assessment of apple fruit storability during storage in different modes of the cooled medium. BIO Web of Conferences. 2021;39:07002. DOI 10.1051/bioconf/20213907002.
13. Arifova Z.I., Chelebiev E.F., Smykov A.V., Khalilov E.S., Uskov M.K. Drought resistance of apple tree and raspberry varieties and forms promising for the Crimea region. E3S Web of Conferences. 2021;254:01015. DOI 10.1051/e3sconf/202125401015.
14. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.Г. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат. 1985:1-349.

#### **References**

1. Plugatar Y.V., Sotnik A.I., Babina R.D. Pear culture in the Crimea: conditions and development perspective. Collection of Scientific Works of SNBG. 2017;144-1:227-235 (in Russian).
2. Olefir E.A. Influence of terms of gathering of fruits of the apple-tree on storage period. Polythematic Online Scientific

- Journal of Kuban State Agrarian University. 2010;58(04): 353-362 (*in Russian*).
3. Babina R.D., Litchenko N.A., Arifova Z.I., Horuzhy P.G. Main results of selection work of the Crimean research station of horticulture and breeding cultivar pome fruits and berry cultures. Collection of Scientific Works of SNBG. 2015;140:170-185 (*in Russian*).
  4. Prichko T.G., Droficheva N.V., Smelik T.L., Germanova M.G. Criteria indicators characterizing picking maturity of apple fruit trees of the NCFSCHVW selection. New Technologies. 2019;4:183-191. DOI 10.24411/2072-0920-2019-10418 (*in Russian*).
  5. Khubaeva E.R., Tokhtieva L.H., Tsuchkiewa V.B. Improving the methods of storing apple fruits. Advances in Science for Agriculture: Proceedings of All-Russian Scientific-Practical Conference. 2017:215-218 (*in Russian*).
  6. Prichko T.G., Smelik T.L., Germanova M.G. Preservation of apple fruit's quality indicators due to varietal features and medium composition in a controlled atmosphere. Scientific publications of NCFSCHVW. 2019;23:253-258. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-253-258 (*in Russian*).
  7. Gorb N.N., Untilova A.E., Sotnik A.I., Babina R.D., Litchenko N.A., Popov A.I., Horuzhy P.G., Arifova Z.I., Grishabneva L.Yu. Fruit storage of pomaceous and other fruit and berry crops in the conditions of the Crimea. Simferopol: Antiqua. 2016;1-107 (*in Russian*).
  8. Mursalov M. Determination of removable maturity of quince. Gardening. 1964;9:16-17 (*in Russian*).
  9. Metlitsky L.V. Biochemistry on guard of the harvest. M.: Nauka. 1965:1-182 (*in Russian*).
  10. Osmanov U. Development of integrated technology for storing apples in the Tajik SSR. Dushanbe. 1989:1-14 (*in Russian*).
  11. Tseluiko N.A. Determining the timing of harvesting fruits of pome crops. M.: Kolos. 1969:1-72 (*in Russian*).
  12. Plugatar Yu.V., Sotnik A.I., Denisova O.A., Babina R.D., Gorb N.N. Comparative assessment of apple fruit storability during storage in different modes of the cooled medium. BIO Web of Conferences. 2021;39:07002. DOI 10.1051/bioconf/20213907002.
  13. Arifova Z.I., Chelebiev E.F., Smykov A.V., Khalilov E.S., Uskov M.K. Drought resistance of apple tree and raspberry varieties and forms promising for the Crimea region. E3S Web of Conferences. 2021;254:01015. DOI 10.1051/e3sconf/202125401015.
  14. Program and methodology of sorting fruit, berry and nut crops. Under the general editorship of E.N. Sedov, T.G. Ogoltsova. Orel: VNIISPK. 1999:1-606 (*in Russian*).
  15. Dospikhov B.A. Methodology of field experiment. M.: Agropromizdat. 1985:1-349 (*in Russian*).

---

### Информация об авторе

**Ольга Александровна Денисова**, науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; e-мэйл: sadovodstvokrim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6436-0203>.

### Information about author

**Olga A. Denisova**, Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Studies; e-mail: sadovodstvokrim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6436-0203>.

Статья поступила 19.04.2023, одобрена после рецензии 16.08.2023, принята к публикации 21.08.2023.

УДК 634.11:634.71:338.43  
DOI 10.34919/IM.2023.25.3.007

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

## Оценка экономической эффективности выращивания новых сортов и гибридных форм яблони и малины селекции «НБС-ННЦ»

Халилов Э.С., Челебиев Э.Ф.✉, Арифова З.И.

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

✉edem\_chelebiev@mail.ru

**Аннотация.** Современные технологии по интенсификации производства плодово-ягодной продукции уделяют большое значение биологическим особенностям генотипа. Роль селекционного улучшения растений по хозяйственно ценным признакам непрерывно возрастает. Сорт должен обладать такими качествами, как раннее вступление в плодоношение, стабильная и высокая урожайность, высокие потребительские качества плодов, пригодность к интенсивным технологиям. Сочетание этих свойств позволит повысить эффективность производства. В статье представлены основные результаты изучения рентабельности и товарности выращиваемых гибридных форм яблони и малины селекции «НБС-ННЦ», отделение «Крымская опытная станция садоводства». Объектами исследования служили сорта и гибридные формы яблони и малины, выделенные по комплексу хозяйственно ценных признаков из генофондовой коллекции, представленной в опытно-коллекционных насаждениях ФГБУН «НБС-ННЦ». В качестве контроля для яблони выбран районированный сорт Голден Делишес. В результате проведенных исследований выделена гибридная форма 1-110-78 с высоким уровнем рентабельности – 70,1 %, способная обеспечить прибыль, превышающую контроль в 1,2 раза. Определена группа гибридных форм, обладающих высокой степенью товарности – 3-5-41-79 (83,6 %), 3-38-78 (81,2 %), 4-19-78 (91,7 %). Данные гибридные формы рекомендованы для вовлечения в селекционный процесс в качестве источников высокого товарного качества плодов яблони. Контролем для малины служил районированный сорт Бальзам. Определена экономическая эффективность выращивания новых перспективных сортов малины, что позволило дать комплексную оценку товарно-потребительских качеств сортов собственной селекции Гармония, Руслана, Сельсепиль для производства. Эти сорта имеют высокую урожайность 30,0–35,4 т/га, прибыль от выращивания с 1 га превышает контроль в 3,8–4,8 раза, уровень рентабельности выше, чем у контрольного сорта в 2,9–3,4 раза. Изучаемые сорта и гибридные формы рекомендуются для внедрения в промышленное садоводство и дальнейшее использование их в селекционной работе.

**Ключевые слова:** яблоня; малина; сорт; селекция; урожайность; экономическая эффективность.

**Для цитирования:** Халилов Э.С., Челебиев Э.Ф., Арифова З.И. Оценка экономической эффективности выращивания новых сортов и гибридных форм яблони и малины селекции «НБС-ННЦ» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):266-270. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.007.

ORIGINAL RESEARCH

## Economic effectiveness evaluation of cultivating new apple and raspberry varieties and hybrid forms bred in the NBS-NSC

Khalilov E.S., Chelebiev E.F.✉, Arifova Z.I.

Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, 52 Nikitsky Spusk str., Nikita, 298648 Yalta, Republic of Crimea, Russia

✉edem\_chelebiev@mail.ru

**Abstract.** Modern technologies to intensify the output of fruit and berry products pay great attention to genotype biological characteristics. The role of breeding improvement of plants according to economically valuable traits is continuously increasing. A variety must have such properties as early fruiting, high and stable cropping capacity, consumer quality of fruits, and convenience for intensive technologies. Combination of these properties will improve the production effectiveness. The article presents basic results of studying the profitability and market quality of cultivated apple and raspberry hybrid forms bred in the NBS-NSC, Department of Crimean Experimental Station of Horticulture. The objects of study were apple and raspberry varieties and hybrid forms, isolated in accordance with a complex of economically valuable traits from the gene pool collection presented in the experimental collection plantings of the FSBI NBS-NSC. The recognized apple variety 'Golden Delicious' was selected to be the control. As a result of the research conducted, a hybrid form 1-110-78 with a high level of profitability – 70.1 %, capable of providing a profit exceeding the control by 1.2 times was identified. A group of hybrid forms with a high degree of market quality was specified – 3-5-41-79 (83.6 %), 3-38-78 (81.2 %), 4-19-78 (91.7 %). These hybrid forms are recommended to be involved in the process of breeding as a source of high commercial quality of fruits. The recognized variety 'Balsam' was selected to be the control for raspberry. The economic effectiveness of growing new promising raspberry varieties was determined, which made it possible to give a comprehensive assessment for production of consumer and market quality of varieties of NBS-NSC selection 'Garmoniya', 'Ruslana', 'Selsebil'. Cropping capacity of these varieties is high - 30.0–35.4 t/ha, the profit from growing exceeds the control by 3.8–4.8 times per 1 ha, the profitability level is higher than that of the control variety by 2.9–3.4 times. The studied varieties and hybrid forms are recommended for introduction in the industrial gardening with their further use in breeding work.

**Key words:** apple tree; raspberry bush; variety; breeding; cropping capacity; economic effectiveness.

**For citation:** Khalilov E.S., Chelebiev E.F., Arifova Z.I. Economic effectiveness evaluation of cultivating new apple and raspberry varieties and hybrid forms bred in the NBS-NSC. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):266-270. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.007 (in Russian).

## Введение

В последние годы теоретические и практические аспекты импортозамещения особенно усилились и продолжают оставаться стратегически важными в развитии российской экономики. Продовольственная безопасность означает устойчивое внутреннее производство продуктов питания в объемах, способных удовлетворить спрос населения [1]. Это обуславливает необходимость совершенствовать сортимент плодово-ягодных культур для удовлетворения требований промышленного садоводства.

В современной системе производства плодово-ягодной продукции весомое место занимает сорт. Основной задачей садоводства является удовлетворение потребительских предпочтений при совершенствовании качественных характеристик сортов. Роль селекционного улучшения растений по хозяйственно-ценным признакам будет непрерывно возрастать [2–4]. Сорт должен обладать такими качествами, как раннее вступление в плодоношение, стабильная и высокая урожайность, пригодность к интенсивным технологиям [5]. Сочетание этих свойств позволит повышать рентабельность производства [6]. Внедрение в промышленное садоводство таких сортов способствует снижению экономических затрат и антропогенной нагрузки на среду [7].

Одной из распространенных плодовых культур в России является яблоня. Это вызвано, прежде всего, ее высокой адаптивностью к различным почвенно-климатическим условиям [8]. Наряду с высокой биологической продуктивностью данная культура сочетается в себе и отменное качество плодов. При рациональном подборе сортимента свежая продукция поступает потребителю в течение круглого года [9, 10].

Ягоды малины являются ценным диетическим продуктом, а культура – высокоурожайной и быстро окупаемой. Разные сорта малины имеют разную урожайность, что и определяет эффективность их внедрения в производство. Экономическая оценка каждого сорта необходима с учетом его количественных и качественных показателей. Производство нуждается в перспективных сортах плодово-ягодных культур, которые будут урожайными, с ягодами универсального назначения, в том числе малины [11, 12]. Учитывая, что районированный сортимент в Крыму необходимо пополнить сортами нового поколения, в условиях импортозамещения это особенно актуально.

Большое значение имеет создание сети специализированных питомников, выращивающих безвирусный посадочный материал. Особое внимание необходимо уделить механизации и автоматизации производства [13].

В условиях рыночной экономики основной целью товарного производства плодов и ягод является получение прибыли, обеспечение их конкурентоспособности путем снижения затрат средств и труда. Необходимо отметить, что снижение пестицидной нагрузки на сады и ягодники при использовании адаптированных сортов приводит к повышению каче-

ственной продукции, рентабельности производства и положительно сказывается как на агробиологических свойствах почвы, так и на экологическом состоянии участка выращивания культур [14–16].

**Цель исследования** – определение факторов и оценка результатов, предопределяющих экономическую эффективность выращивания новых сортов яблони и малины селекции «НБС-ННЦ».

## Материалы и методы исследования

Работу проводили на базе ФГБУН «НБС-ННЦ» отделение «Крымская опытная станция садоводства» в период 2018–2021 гг. Расчеты сравнительной экономической оценки сортов плодовых и ягодных культур производили по общепринятым методикам [17, 18]. Объектами исследования служили сорта и гибридные формы яблони и малины, предварительно выделенные по комплексу хозяйственно ценных признаков из генофондовой коллекции, представленной в опытно-коллекционных насаждениях ФГБУН «НБС-ННЦ». В качестве контроля для яблони выбран районированный сорт Голден Делишес. Контролем для малины служил районированный сорт Бальзам. Товарные качества плодов анализировали в соответствии ГОСТ 21122-15 [19].

## Результаты и обсуждение

При выращивании любой сельскохозяйственной продукции важную роль играют величина полученной прибыли и рентабельность. Эти показатели являются комплексными, на них влияют следующие факторы: урожайность, выход товарной продукции, сумма затрат на производство и реализацию, цена реализации. Значения основных показателей приведены в таблице 1. Результаты изучения показали, что средняя урожайность изучаемых селекционных форм значительно варьировала в пределах 14,0–33,0 т/га.

У контрольного сорта яблони Голден Делишес данный показатель составил 20,6 т/га. Достоверно превзошли контроль (при уровне НСР<sub>05</sub> – 3,23) три перспективные гибридные формы: 1-110-78, 3-29-60-80, 3-6-47-79 (25–33 т/га).

Наряду с высокой урожайностью важнейшим является значение выхода товарных плодов. Только стандартные и высококачественные плоды возможно реализовать по наиболее выгодным ценам конечному потребителю, что напрямую сказывается на сумме прибыли. В результате выполненной работы выявлено, что товарность значительно варьирует в зависимости от изучаемого образца и находилась в пределах 48,2–91,7 %. Превзошли значения контроля (Голден Делишес – 80,7 %) следующие образцы: 3-5-41-79 (83,6 %), 3-38-78 (81,2 %), 4-19-78 (91,7 %). Исходя из данных степени товарности, произведен перерасчет урожая пригодного к реализации. Выделена форма 1-110-78, которая превзошла контроль (при НСР<sub>05</sub> – 1,6) и сформировала 18,7 т/га плодов пригодных к реализации. Основными причинами снижения товарности для всех образцов являлась физиологическая деформация плодов, мелкоплодность, отклонение формы плода от помологического описания.



На основании полученных данных и исходя из цены реализации 35 руб./кг произведен расчет рентабельности производства плодов различных селекционных форм (рис. 1).

Определено, что рентабельность производства плодов контрольного сорта Голден Делишес составила 58,8 %. Сопоставимый результат 57,9 % отмечен у формы 3-5-41-79. Среди всех перспективных форм только образец 1-110-78 (70,1 %) превзошел значения контроля. Данные селекционные формы будут рекомендованы для выращивания в южной зоне плодоводства и передачи в Госсорткомиссию для включения в реестр селекционных достижений.

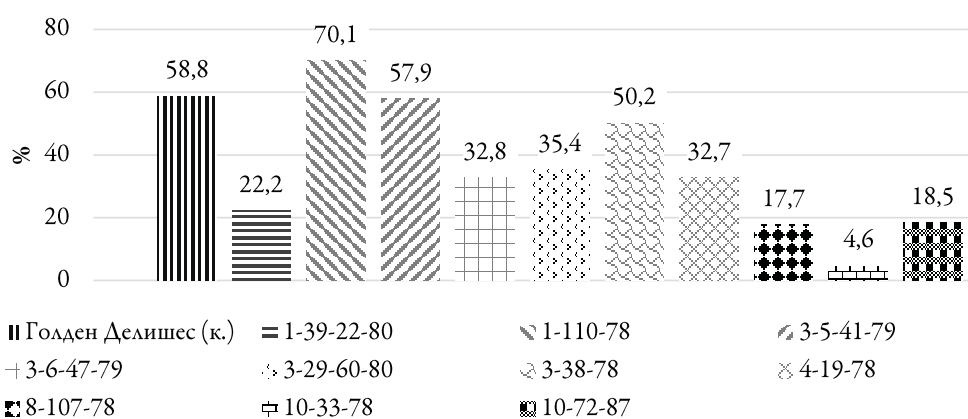
Уровнем экономической эффективности выращивания малины, который отражает отношение прибыли к затратам, ее формирующим, является рентабельность производства. Она характеризует экономическую эффективность производства, при которой предприятие за счет денежной выручки от реализации продукции полностью возмещает свои затраты на ее производство и получает прибыль. Особое внимание заслуживают сорта, способные обеспечить гарантированный урожай плодов высокого качества. Расчетные данные экономической оценки контрольного сорта Бальзам, новых сортов и форм селекции «НБС-ННЦ» представлены в таблице 2.

Из таблицы видно, что высокая урожайность в сравнении с контролем была у всех изучаемых сортов и форм. Высокие товарные качества отмечены у сорта Гармония (88,5 %). Себестоимость одной тонны плодов новых сортов Гармония, Руслана, Сельсебиль составила 77,9–84,7 тыс. руб., что в 1,5–1,7 раза ниже в сравнении с контролем (129,9), а прибыль от выращивания увеличилась в 3,8–4,8 раза. При средней цене реализации 180 руб./кг показатель рентабельности варьировал в пределах от 65,6 % (28-15) до 131,1 % (Гармония)

**Таблица 1.** Экономическая эффективность выращивания плодов яблони, 2018–2021 гг.

**Table 1.** Economic effectiveness of apple cultivation, 2018–2021

Сорт, гибридная форма	Урожайность, т/га	Выход товарных плодов		Себестоимость 1 т. плодов, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб.
		%	т/га		
Голден Делишес (к.)	20,6	80,7	16,6	365,8	215,2
1-39-22-80	20,1	63,3	12,7	363,7	80,8
1-110-78	25,0	75,0	18,7	384,7	269,8
3-5-41-79	19,5	83,6	16,3	361,1	209,4
3-6-47-79	33,0	48,2	15,9	418,9	137,6
3-29-60-80	25,1	59,4	14,9	385,1	136,4
3-38-78	19,0	81,2	15,4	358,9	180,1
4-19-78	14,0	91,7	12,8	337,5	110,5
8-107-78	19,9	61,2	12,2	362,8	64,2
10-33-78	19,6	55,1	10,8	361,5	16,5
10-72-87	19,3	63,2	12,2	360,3	66,7
НСР <sub>05</sub>	3,23	9,13	1,6	X	



**Рис. 1.** Рентабельность производства плодов перспективных форм яблони, %

**Fig. 1.** Production profitability of promising breeding forms of apple trees, %

**Таблица 2.** Экономическая эффективность выращивания сортов малины

**Table 2.** Economic effectiveness of raspberry cultivation

Сорт, гибридная форма	Урожайность, т/га	Выход товарных плодов, %	Себестоимость 1 т. плодов, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб.
Бальзам (к)	14,9	80,0	129,9	746,3
Гармония	35,4	88,5	77,9	3616,3
Руслана	30,0	80,4	84,7	2860,3
Сельсебиль	31,6	81,3	82,4	3084,3
28-15	19,5	80,2	108,7	1390,3
НСР <sub>05</sub>	7,5	4,0	X	

(рис. 2). У контрольного сорта Бальзам этот показатель был на уровне 38,6 %.

### Выводы

На основании выполненной работы определены образцы яблони, сформировавшие наибольшую урожайность: 1-110-78, 3-29-60-80, 3-6-47-79 (25-33 т/га). Определена группа гибридов обладающих значи-

тельной степенью товарности – 3-5-41-79 (83,6 %), 3-38-78 (81,2 %), 4-19-78 (91,7 %). Данные перспективные формы будут привлечены в селекционный процесс как источники высокого качества плодов. При расчете рентабельности производства плодов яблони выделен образец 1-110-78 (70,1 %) который достоверно превзошел значения контроля в опыте (58,8 %). Среди сортов малины высокую урожайность 30,0–35,4 т/га способны формировать сорта собственной селекции Гармония, Руслана и Сельсебиль и обеспечить прибыль от выращивания с 1 га в 3,8–4,8 раза выше контроля. Рентабельность их выращивания составляет 112,6–131,2 %, что в 2,9–3,4 раза выше в сравнении с контрольным сортом Бальзам (38,6 %). Эти высокопродуктивные сорта рекомендуются для использования в селекции. Внедрение их в производство окажет положительное влияние на эффективность деятельности отрасли садоводства.

#### Источник финансирования

Исследования выполнены в рамках государственного задания № 0829-2019-0026.

#### Financing source

The research was conducted under public assignment No. 0829-2019-0026.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

- Плугатарь Ю.В., Смыков А.В. Перспективы развития садоводства в Крыму // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2015;140:5-18.
- Болдижева Л.Д., Жук В.М. Стийке й смачне // Садівництво по-українськи. 2020;2(38):44-45.
- Гриник І.В., Жук В.М., Бублик М.О. Основи адаптивних технологій вирощування яблуні в Україні. Київ: ПП «Санспарель». 2020;1-240.
- Латков Н.Ю., Видякин А.В., Коржук А.Б., Латкова Е.В. Анализ и перспективы развития ягодного растениеводства в РФ // International Agricultural Journal. 2020;63(6):6. DOI 10.24411/2588-0209-2020-10231.
- Saveleva N., Zemisov A. Creation of apple varieties immune to scab as a basis for the development of eco-gardening. Innovative Technologies in Agriculture: International Scientific and Practical Conference. Orel, 23–24 марта 2022 года. Orel: Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур. 2022:38.
- Егоров Е.А., Шадрин Ж.А., Косьян Г.А. Экономическая сущность ресурсосбережения в интенсивном плодоводстве // Садоводство и виноградарство. 2014;5:7-12.
- Арифова З.И., Арсланова Л.Э. Хозяйственная и экономическая эффективность возделывания новых и районированных сортов малины // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022;98:35-40. DOI

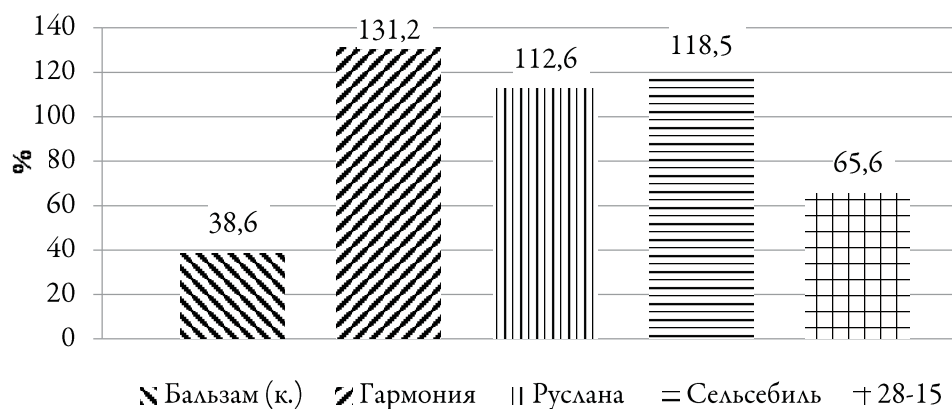


Рис. 2. Рентабельность производства перспективных сортов и форм малины, %

Fig. 2. Production profitability of promising varieties and breeding forms of raspberry, %

10.21515/1999-1703-98-35-40.

- Халилов Э.С., Смыков А.В., Челебиев Э.Ф., Усков М.К. Товарно-потребительские качества и химический состав плодов перспективных селекционных форм яблони для Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2021;139:91-99. DOI 10.36305/0513-1634-2021-139-91-99.
- Макаркина М.А., Павел А.Р., Ветрова О.А. Изучение биохимического состава плодов во ВНИИСПК. Селекция и сорторазведение садовых культур. 2020;7(1-2):99-102. DOI 10.24411/2500-0454-2020-11225.
- Загиров Н.Г., Буржалиева З.Н., Керимханова Р.Н. Современная концепция инновационного развития сельского хозяйства и садоводства // Горное сельское хозяйство. 2017;1:7-12.
- Богомолова Н.И., Резвякова С.В., Лупин М.В. Биологическая продуктивность и фактическая урожайность малины красной как основа высокой экономической эффективности в условиях Центральной России // Вестник аграрной науки. 2020;3(84):10-16. DOI 10.17238/issn2587-666X.2020.3.10.
- Жидехина Т.В. Промышленный сортимент малины и его продуктивность в Черноземье // Вестник КрасГАУ. 2015;10:131-135.
- Юшков, А.Н., Савельева Н.Н., Земисов А.С. Новые сорта яблони для современного садоводства // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов: Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции. Москва, 07 сентября 2022 года. Санкт-Петербург: Печатный цех. 2022:135-139.
- Черенкова Т.А., Савельева Н.Н. Биохимический состав плодов иммунных к парше сортов яблони пригодных для получения натуральных высоковитаминных продуктов питания // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2014;7-8:93-95.
- Dorin B., Arion F., Muresan I., Ramona L., Viorel M. Evaluation of economic effectiveness of apple orchard investments. Sustainability. 2015;7(8):10521-10533.
- Pérez-Méndez N., Andersson G., Requier F., Hipólito J., Aizen M., Morales C., García N., Gennari G., Garibaldi L. The economic cost of losing native pollinator species for orchard production. Journal of Applied Ecology. 2020;57(3):599-608.
- Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.Г. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск: ВНИИС. 1973:1-496.
- Причко Т.Г., Чалая Л.Д., Смелик Т.Л. Технические и био-

химические показатели плодов перспективных сортов яблони, выращенных в условиях Юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015;35(5):109-122.

## References

1. Plugatar Yu.V., Smykov A.V. Prospects of horticulture development in Crimea. Collection of Scientific Works of the State Nikita Bot. Garden. 2015;140:5-18 (*in Russian*).
2. Boldizheva L.D., Zhuk V.M. Stable and tasty // Sadivnitsvo po-ukrainski. 2020;2(38):44-45 (*in Ukrainian*).
3. Grinik I.V., Zhuk V.M., Bublik M.O. Fundamentals of adaptive technologies of growing apples in Ukraine. Kiev: PP "Sansparel". 2020;1-240 (*in Ukrainian*).
4. Latkov N.Yu., Vidyakin A.V., Korzhuk A.B., Latkova E.V. Analysis and prospects of berry crop production development in the Russian Federation. International Agricultural Journal. 2020;63(6):6. DOI 10.24411/2588-0209-2020-10231 (*in Russian*).
5. Saveleva N., Zemisov A. Creation of apple varieties immune to scab as a basis for the development of eco-gardening. Innovative Technologies in Agriculture: International Scientific and Practical Conference. Orel, March 23-24, 2022. Orel: All-Russian Scientific Research Institute of Fruit Crop Breeding. 2022:38.
6. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kosyan G.A. The economic essence of resource saving in intensive fruit growing. Horticulture and Viticulture. 2014;5:7-12 (*in Russian*).
7. Arifova Z.I., Arslanova L.E. Agricultural and economic effectiveness of cultivation of new and released raspberry varieties. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2022;98:35-40. DOI 10.21515/1999-1703-98-35-40 (*in Russian*).
8. Khalilov E.S., Smykov A.V., Chelebiev E.F., Uskov M.K. Commodity and consumer qualities and chemical composition of fruits of promising breeding forms of apple for the Crimea. Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. 2021;139:91-99. DOI 10.36305/0513-1634-2021-139-91-99 (*in Russian*).
9. Makarkina M.A., Pavel A.R., Vetrova O.A. Study of biochemical composition of fruits at VNIISPK. Selection and Variety Cultivation of Horticultural Crops. 2020;7(1-2):99-102. DOI 10.24411/2500-0454-2020-11225 (*in Russian*).
10. Zagirov N.G., Burzhaliyeva Z.N., Kerimkhanova R.N. The modern concept of innovative development of agriculture and horticulture. Agriculture in the Mountain Conditions. 2017;1:7-12 (*in Russian*).
11. Bogomolova N.I., Rezvyakova S.V., Lupin M.V. Biological productivity and actual yield of red raspberries as the basis for high economic effectiveness in the conditions of Central Russia. Bulletin of Agrarian Science. 2020;3(84):10-16. DOI 10.17238/issn2587-666X.2020.3.10 (*in Russian*).
12. Zhidekhina T.V. Industrial assortment of raspberry and its productivity in the black-earth region. Bulletin of KrasGAU. 2015;10:131-135 (*in Russian*).
13. Yushkov A.N., Savelyeva N.N., Zemisov A.S. New apple varieties for modern gardening. Actual problems of society, economics and law in the context of global challenges: Collection of Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference. Moscow, September 07, 2022. Saint Petersburg: Printworks. 2022:135-139 (*in Russian*).
14. Cherenkova T.A., Savelyeva N.N. Biochemical composition of fruits of scab-immune apple varieties suitable for obtaining natural high-vitamin foods. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2014;7-8:93-95 (*in Russian*).
15. Dorin B., Arion F., Muresan I., Ramona L., Viorel M. Evaluation of economic effectiveness of apple orchard investments. Sustainability. 2015;7(8):10521-10533.
16. Pérez-Méndez N., Andersson G., Requier F., Hipólito J., Aizen M., Morales C., García N., Gennari G., Garibaldi L. The economic cost of losing native pollinator species for orchard production. Journal of Applied Ecology. 2020;57(3):599-608.
17. Program and methodology of sorting fruit, berry and nut crops. Under the general editorship of E.N. Sedov, T.G. Ogoltsova. Orel: VNIISPK. 1999:1-606 (*in Russian*).
18. Program and methodology of varietal study of fruit, berry and nut crops. Under the general editorship of G.A. Lobanov. Michurinsk: VNIIS. 1973:1-496 (*in Russian*).
19. Prichko T.G., Chalaya L.D., Smelik T.L. Technical and biochemical traits of apple fruits of promising varieties grown under the conditions of Southern Russia. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2015;35(5):109-122.

## Информация об авторах

**Эрфан Сиранович Халилов**, науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; e-мейл: dgerf.um@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5749-9736>;

**Эдем Фахриевич Челебиев**, канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; e-мейл: edem\_chelebiev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4627-9652>;

**Зера Ильмиевна Арифова**, канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; e-мейл: arifova.zera.sanie@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6023-6221>.

## Information about authors

**Erfan S. Khalilov**, Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Studies; e-mail: dgerf.um@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5749-9736>;

**Edem F. Chelebiev**, Cand. Agric. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Studies; e-mail: edem\_chelebiev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4627-9652>;

**Zera I. Arifova**, Cand. Agric. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Studies; e-mail: arifova.zera.sanie@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6023-6221>.

Статья поступила в редакцию 15.06.2023, одобрена после рецензии 06.07.2023, принята к публикации 21.08.2023.

## Экономическая эффективность выращивания саженцев персика на клоновых подвоях

Танкевич В.В.<sup>✉</sup>, Сотник А.И., Попов А.И.

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

<sup>✉</sup>sadovodstvo.koss@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты сравнительного анализа показателей экономической эффективности производства посадочного материала персика разных сортов на клоновых подвоях. Целью исследований является выявление подвоев и их сорто-подвойных комбинаций, обуславливающих достижения высокой продуктивности и рентабельности выращивания саженцев. В ходе исследований были выявлены сочетания, которые по совокупности хозяйственных характеристик и уровню рентабельности производства саженцев и плодов персика представляют наибольший интерес для производственных предприятий. Стабильно высокие показатели выхода саженцев, вне зависимости от подвоя, показал сорт Ветеран (среднее значение на всех типах подвоя составило 68 тыс. шт. с 1 га). Минимальный средний показатель был отмечен у сорта Коллинз – 64 тыс. шт. саженцев с 1 га. В разрезе подвоев, можно сделать вывод, что вне зависимости от сорта минимальные показатели как прибыльности, так и уровня рентабельности отмечены на подвое Бромптон (72,2–77,4 %), в контроле – 93,5–108,4 %. Наиболее экономически выгодно выращивание саженцев персика на подвое Кубань 86. Чистая прибыль при этом равна 5,7–6,2 тыс. руб./га, а уровень рентабельности – 110,6–115,5 %. Установлено, что выращивание саженцев персика разных сорто-подвойных комбинаций в условиях Крыма экономически эффективно и позволяет производить закладку интенсивных садов с уплотненными схемами посадки. В ходе исследований были выявлены сорто-подвойные комбинации, которые по совокупности хозяйственных характеристик и уровню рентабельности производства саженцев представляют наибольший интерес для производственных предприятий.

**Ключевые слова:** персик; подвой; саженец; сорт; стандарт; рентабельность; прибыль; эффективность выращивания.

**Для цитирования:** Танкевич В.В., Сотник А.И., Попов А.И. Экономическая эффективность выращивания саженцев персика на клоновых подвоях // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):271-275. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.008.

## Economic effectiveness of cultivating peach seedlings on clonal rootstocks

Tankevich V.V.<sup>✉</sup>, Sotnik A.I., Popov A.I.

Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, 52 Nikitsky Spusk str., Nikita, 298648 Yalta, Republic of Crimea, Russia

<sup>✉</sup>sadovodstvo.koss@mail.ru

**Abstract.** The results of comparative economic effectiveness analysis of planting material production of different peach varieties on clonal rootstocks are presented in the article. The aim of the research is to select rootstocks and their variety-rootstock combinations leading to a high productivity and profitability of growing seedlings. The study reveals the most promising combinations for enterprises in terms of a complex of economic characteristics and profitability level of producing peach seedlings and fruits. The variety 'Veteran' showed consistently high rates of seedling output, regardless of the rootstock (the average value on all types of rootstocks was 68 ths. pcs per ha). The minimum average was registered for the variety 'Kollinz': 64 ths. seedlings per 1 ha. In the context of rootstocks, it can be concluded that regardless of variety, minimal indicator values of both effectiveness and profitability were observed on the 'Brompton' rootstock (72.2–77.4 %), in the control – 93.5–108.4 %. It is most profitable to grow peach seedlings on the rootstock 'Kuban 86'. In this case, net profit is equal to 5.7–6.2 ths. rub/ha, and cost-benefit ratio is 110.6–115.5 %. It is found that cultivation of peach seedlings in different variety-rootstock combinations in the Crimean regional conditions is economically effective and allows establishing intensive orchards with thick planting patterns. The study has revealed the most promising for producers variety-rootstock combinations in terms of a complex of economic characteristics and profitability level of seedling production.

**Key words:** peach; rootstock; seedling; variety; standard; profitability; profit; growing effectiveness.

**For citation:** Tankevich V.V., Sotnik A.I., Popov A.I. Economic effectiveness of cultivating peach seedlings on clonal rootstocks. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):271-275. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.008 (in Russian).

### Введение

В настоящее время основной целью развития хозяйственной деятельности людей является получение экономического эффекта. Приоритетность направления зависит, в первую очередь, от географического расположения, а также почвенно-климатических и социальных условий региона. Крым издавна позиционируется как курортная и лечебная здравница. Сле-

довательно, неотъемлемой составляющей программы развития Республики Крым является садоводство [1–4]. Особенностью развития этой отрасли считается необходимость поиска технологий производства, которые обуславливают снижение трудоемкости производства, повышение продуктивности и получения прибыли.

Учитывая сложившиеся устойчивые традиции садоводства, необходимо постоянно осуществлять поиск путей повышения эффективности деятельности плодоводелческих предприятий Крыма с помощью

внедрения в промышленное садоводство местных сортов, плоды которых отвечают требованиям как потребителей, так и производителей. Актуально также внедрение приемов и подвоев отечественного происхождения, адаптированных к условиям произрастания и отвечающих стандартам интенсивного садоводства [5–8].

Экономическая эффективность является одним из основных критериев выращивания плодовых культур в условиях рыночных отношений.

Главный фактор, который обеспечивает высокую экономическую эффективность плодовых насаждений – это скороплодность и прибыльная урожайность, а также плоды высоких вкусовых и товарных качеств, что обеспечивает быструю отдачу средств, вложенных на закладку насаждений и уход за ними [9–11]. Для обеспечения выполнения условий, влияющих на возможность работы этих факторов, необходимо прежде всего подбирать сорта и подвои, наиболее пригодные для эксплуатации в данном месте [12–14]. Общее состояние и продуктивность вновь закладываемых садов напрямую зависит от качества посадочного материала. Затраты на выращивание саженцев относятся к капитальным затратам производства плодов и вносят коррективы в определение себестоимости единицы продукции.

В ходе исследований и анализа литературных данных были выявлены сорто-подвойные комбинации, которые по совокупности хозяйственных характеристик и уровню экономических показателей производства саженцев представляют наибольший интерес для производственных предприятий [15–17].

Основными показателями экономики являются: чистая прибыль, уровень рентабельности и срок окупаемости, которые напрямую зависят от урожайности, породы и цен, сложившихся на рынке на данный период.

**Цель работы** – выявление наиболее перспективных сорто-подвойных комбинаций персика и определение эффективности выращивания посадочного материала этой культуры.

#### **Материалы и методы исследований**

Исследования проводили на отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС-ННЦ» в 2003–2019 гг. Объектами изучения были саженцы плодовых культур в полях питомника, сорто-подвойные комбинации которых по совокупности хозяйственно-биологических свойств и уровню рентабельности производства саженцев представляют интерес для садоводов всех уровней. Схема посадки – 70x20 см.

Исследование проводили по стандартным методикам сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [18], изучения подвоев и сорто-подвойных комбинаций по методике Сотника А.И., Танкевич В.В., Чакалова Т.С. [19], определение экономической эффективности по Методическим рекомендациям [20].

Почвы опытного участка лугово-аллювиального и делювиального происхождения, образованных в

надпойменной террасе древней дельты реки Салгир, в районе ее среднего течения. По механическому составу почва опытного участка среднесуглинистая. В соответствии с тяжелым механическим составом эти почвы содержат большое количество недоступной растениям влаги. Обеспеченность подвижными формами азота (1,5–1,9 мг) и фосфора (2,8–6,5 мг на 100 г абсолютной сухой почвы) – средняя, обменным калием – высокая (44–58 мг).

#### **Результаты и их обсуждение**

При оценке эффективности любой технологии, в том числе и технологии производства посадочного материала плодовых семечковых и косточковых культур, большое значение имеет итоговый экономический эффект, который может получить производитель.

В садоводстве существуют особенности, обусловленные, в первую очередь, многосоставностью процесса производства саженцев. Важнейшими составляющими технологии возделывания плодовых культур являются деревья наиболее перспективных сорто-подвойных комбинаций, используемых при закладке насаждений и адаптированных к условиям произрастания. В Крыму семечковые культуры, в основном яблоня и груша, выращиваются на клоновых подвоях. Клоновые подвои для косточковых культур еще мало распространены. На отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС-ННЦ» в 2003–2022 гг. изучают клоновые подвои для персика. Исследовали комбинации сортов Ветеран, Коллинз, Сочный на клоновых подвоях: Бромптон, Кубань 2, Кубань 86, миндаль (контроль). При выращивании саженцев в питомнике одним из основных показателей, характеризующих интенсивность производства, является их общий выход с 1 га, а также стандартность продукции. Экономическую эффективность целесообразно определять по каждому компоненту, в данном случае сорту и подвою, отдельно, учитывая их индивидуальность. Одним из основных составляющих элементов общей картины биологической особенности является сила роста растений. Хорошим ростом в питомнике характеризуется сорт Ветеран, саженцы которого, по всем параметрам, на 60–81 % отвечали требованиям ОСТА. По сорту Сочный этот показатель равен 59–77 %. Более низкий выход стандарта в комбинациях с сортом Коллинз (58–78 %).

Сорто-подвойные комбинации всех изучаемых сортов на подвое Кубань 86 дают высокий выход саженцев первого сорта (80–81 %). Количество боковых побегов, длиной более 45 см, у них составляло 5,2–6,3 шт., а угол отхождения превышал 50°. Менее разветвлены саженцы на подвое Бромптон. В данной сорто-подвойной комбинации преобладают боковые побеги длиной 24 см с острым углом отхождения (до 45°).

Наиболее разветвленную корневую систему сорт Ветеран образует также на подвое Кубань 86. Общая длина корневой системы в этом варианте составляет 168 см., т.е. на 17 % больше чем на миндале и на 27 %

**Таблица 1.** Экономическая эффективность выращивания саженцев персика сорта Ветеран на клоновых подвоях  
**Table 1.** The economic effectiveness of growing peach seedlings of 'Veteran' variety on clonal rootstocks

Подвой	Выход стандартных саженцев, тыс. шт./га	Цена реализации, руб./шт.	Выручка от реализации, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб.	Себестоимость 1 тыс. шт. саженцев, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Миндаль (к.)	66	150	9,9	4,8	72,0	52,0	108,4
Бромптон	57	150	8,6	4,8	84,6	37,3	77,4
Кубань 2	72	150	10,8	5,2	72,2	55,9	107,7
Кубань 86	77	150	11,6	5,4	69,6	61,9	115,5
НСР <sub>05</sub>	4,3		0,6	0,3	8,6	14,1	16,8

**Таблица 2.** Экономическая эффективность выращивания саженцев персика сорта Коллинз на клоновых подвоях  
**Table 2.** The economic effectiveness of growing peach seedlings of 'Kollinz' variety on clonal rootstocks

Подвой	Выход стандартных саженцев, тыс. шт./га	Цена реализации, руб./шт.	Выручка от реализации, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб.	Себестоимость 1 тыс. шт. саженцев, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Миндаль (к.)	60	150	9,0	4,7	77,5	43,6	93,5
Бромптон	55	150	8,3	4,7	83,4	36,1	75,4
Кубань 2	66	150	9,9	4,8	72,7	51,0	106,2
Кубань 86	74	150	11,1	5,2	70,3	58,3	113,4
НСР <sub>05</sub>	3,2		1,8	$F_{\phi} < F_{05}$	2,4	6,8	17,6

**Таблица 3.** Экономическая эффективность выращивания саженцев персика сорта Сочный на клоновых подвоях  
**Table 3.** The economic effectiveness of growing peach seedlings of 'Sochnyi' variety on clonal rootstocks

Подвой	Выход стандартных саженцев, тыс. шт./га	Цена реализации, руб./шт.	Выручка от реализации, тыс. руб./га	Производственные затраты, тыс. руб.	Себестоимость 1 тыс. шт. саженцев, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Миндаль (к.)	62	150	9,3	4,7	76,6	45,5	95,8
Бромптон	56	150	8,4	4,8	85,5	34,6	72,2
Кубань 2	68	150	10,2	4,9	71,5	53,3	109,9
Кубань 86	73	150	10,9	5,2	71,2	57,4	110,6
НСР <sub>05</sub>	5,9		0,9	$F_{\phi} < F_{05}$	4,4	8,9	19,7

больше чем на Бромптоне. Значительное увеличение длины корневой системы отмечено также по этому сорту на подвое Кубань 2 – 143 см,

В разрезе сортов разница по корнеобразованию незначительна, более значима она по подвоям. Развитие корневой системы подвоя Бромптон происходит по типу ослабления создания скелетных, т.е. толщиной 5 и более мм (8–17 %) и образования полускелетных и мочковатых корней. Менее развитая корневая система не позволяет растению полностью раскрыть свой биологический потенциал.

Таким образом, структурно-морфологический анализ корневых систем по фракциям разных сорто-подвойных комбинаций, дает возможность выделять подвой разной силы роста. Установлено, что подвой Кубань 2 и Кубань 86 в питомнике относятся к сильнорослым, а Бромптон – к слаборослым.

Результаты полученных данных показывают, что

выращивание саженцев персика сортов Ветеран, Коллинз и Сочный рентабельно на всех изучаемых подвоях. Однако, лучшие показатели получены по сорто-подвойной комбинации Ветеран х Кубань 86. Уровень рентабельности при этом 115,5 %, а прибыль с одного гектара составляет 61,9 тыс. руб. (табл. 1) при средней цене реализации в годы исследований (2003–2005 гг.) 150 рублей.

Рентабельность в контроле – 108,4 %, прибыль – 52,0 тыс. руб. Самые низкие экономические показатели по всем изучаемым сортам зафиксированы на подвое Бромптон. Прибыль в данном случае варьируется в пределах 34,6–37,3 тыс. руб.; рентабельность – 72,2–77,4 % (табл. 1, 2, 3).

В результате изучения клоновых подвоев персика в полях питомника установлено, что на подвое Бромптон значительно снижен общий выход саженцев за счет худшей (на 10 %), чем в других вариантах, при-

живаемостью. На подвое Кубань 86 она составляет 93–96 %, на Бромптоне 83–86 %. Еще одним недостатком Бромптона является его склонность к образованию многочисленной поросли, что требует дополнительных затрат на ее удаление как в питомнике, так и в саду. Все перечисленные факторы влияют на выход саженцев и в итоге на показатели экономической эффективности.

Данные таблиц показывают разницу по выходу стандартного посадочного материала персика в зависимости от сорто-подвойных комбинаций. Эти параметры влияют на экономические показатели выращивания саженцев. В свою очередь эффективность их выращивания снижает себестоимость и, следовательно, затраты на закладку сада, что ускоряет сроки окупаемости.

Наиболее экономически выгодно выращивать саженцы персика сорта Сочный на подвое Кубань 86. Такая же закономерность отмечена при выращивании плодов персика на клоновых подвоях в саду. Эффективны также комбинации сортов с подвоем Кубань 2.

#### Выводы

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что выращивание саженцев персика на клоновых подвоях рентабельно. Наиболее универсальным и эффективным подвоем для закладки интенсивных насаждений персика и производства товарной продукции может послужить Кубань 86, обеспечивающий наивысшую среднюю рентабельность в 113,2 % по группе изучаемых подвоев и сорто-подвойных комбинаций. Наиболее экономически выгодно выращивание саженцев сорта Ветеран на подвоях Кубань 86 и Кубань 2, что позволит получать высокую прибыль в полях питомника и обеспечит ускорение окупаемости капитальных вложений на закладку садов.

#### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 2022 0005.

#### Financing source

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

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

1. Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В., Попов А.И. Пути становления и итоги развития питомниководства Крыма // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;55(1):57-67. DOI 10.30679/2219-5335-2019-1-55-57-67.
2. Минаков И.А., Куликов И.М. Проблемы и перспективы развития садоводства в России // Садоводство и виноградарство. 2018;6:40-46. DOI 10/31676/0235-2591-2018-6-40-46.
3. Плугатарь Ю.В., Бабинцева Н.А., Сотник А.И. Эффективность производства плодов яблони (*Malus domestica* Borkh.) в интенсивных садах Крыма // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2022;2(163):6-17. DOI 10.36305/2712-7788-2022-2-163-6-17.
4. Бабин М.М. Основные организационно-экономические проблемы отрасли садоводства в Республике Крым. Экономическое развитие общества в современных кризисных условиях: сборник статей Международной научно-практической конференции. Челябинск. 2018:33-36.
5. Причко Т.Г., Ефимова И.Л. Развитие научного направления «Промышленное интенсивное садоводство на юге России и его основные достижения» // Садоводство и виноградарство. 2016;4:44-52. DOI 10.18454/VSTISP.2016.4.2844.
6. Причко Т.Г. Эффективность производства плодовой продукции и направления ее повышения // Научные труды СКФНЦБВ. 2018;17:32-38. DOI 10.30679/2587-9847-2018-17-32-38.
7. Григорьева Л.В., Ершова О.К. Комплексная оценка пригодно-подвойных комбинаций яблони и эффективность их возделывания в интенсивных садах // Достижения науки и техники АПК. 2016;30(5):53-57.
8. Дорошенко Т.Н. Инновационные технологии в современном садоводстве. Краснодар: Кубанский ГАУ. 2014:1-184.
9. Коржук А.Б., Быкова Т.А. Экономическая эффективность выращивания саженцев плодово-ягодных и хвойных пород деревьев // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы: Материалы VII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия. 2021:383-386.
10. Бабин М.М. Повышение эффективности выращивания плодов груши районированных сортов в республике Крым // Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа. 2020;1:5-9.
11. Бунцевич Л.Л., Щеглов С.Н., Костюк М.А., Беседина Е.Н. Изучение эффективности выращивания скороплодных высокоурожайных саженцев яблони на подвоях категории «супер-стандарт» // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2014;26(2):12-20.
12. Попова В.Д. Сравнительная оценка эффективности способов ускоренного выращивания посадочного материала груши и яблони со вставкой // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2014;2:11-14.
13. Robinson T.L., Sazo M.M. Effect of promalin, benzytadenine and cyclanilide on lateral branching of apple trees in the nursery. *Acta Hort.*, 2014;1042:293-302. DOI 10.17660/ActaHortic.2014.1042.35.
14. Медеяева З.П., Ноздрачева Р.Г. Экономическая эффективность закладки сада и производства яблок в условиях Воронежской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019;12,2(61):216-223. DOI 10.17238/issn2071-2243.2019.2.216.
15. Татаринев А.Н., Павлов Г.Д. Садоводство на слаборослых подвоях // Клоновые подвои в интенсивном садоводстве. К.: Урожай. 1976:1-176.
16. Савин Е.З., Азаров О.И., Деменина Л.Г. Экономическая эффективность выращивания яблони на различных типах клоновых подвоев в условиях Среднего Поволжья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017;4(204):74-77.
17. Schrader L.E. Scientific basis of a unique formulation for reducing sunburn of fruits. *HortScience*. 2011;46:6-11. DOI 10.21273/HORTSCI.46.1.6.
18. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.Г. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606.
19. Сотник А.И., Танкевич В.В., Чакалов Т.С. Методические рекомендации по проведению исследований в питомниководстве и прогнозированию силы роста подвоев. Симфе-

рополь: Полипринт. 2019:1-47.

20. Куликов И.М., Косякин А.С., Воробьев В.Ф., Егоров Е.А., Утков Ю.А., Бычков В.В., Ярославцев Е.И., Эчеди Й.Й., Краева И.Л. Методические рекомендации по определению экономической эффективности научных достижений в садоводстве. Москва: Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства. 2005:1-111.

### References

1. Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V., Popov A.I. Ways of formation and outcomes of Crimean nursery planting development. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2019;55(1):57-67. DOI 10.30679/2219-5335-2019-1-55-57-67 (in Russian).
2. Minakov I.A., Kulikov I.M. Problems and prospects of development of horticulture in Russia. *Horticulture and Viticulture*. 2018;6:40-46. DOI 10/31676/0235-2591-2018-6-40-46 (in Russian).
3. Plugatar Yu.V., Babintseva N.A., Sotnik A.I. The efficiency of apple fruit production (*Malus domestica* Borkh.) in intensive gardens of the Crimea. *Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovation*. 2022;2(163):6-17. DOI 10.36305/2712-7788-2022-2-163-6-17 (in Russian).
4. Babin M.M. Main organizational economical problems of horticulture in the Republic of Crimea. *Economical development of the society in modern crisis conditions. Collection of Works of the International Scientific and Practical Conference*. Che-lyabinsk. 2018:33-36 (in Russian).
5. Prichko T.G., Efimova I.L. The development of scientific direction "Industrial intensive horticulture and its major achievements". *Horticulture and Viticulture*. 2016;4:44-52. DOI 10.18454/VSTISP.2016.4.2844 (in Russian).
6. Prichko T.G. Efficiency of fruit production and the directions of its increase. *Scientific Publications of FSBSO NCRRIH&V*. 2018;17:32-38. DOI 10.30679/2587-9847-2018-17-32-38 (in Russian).
7. Grigoryeva L.V., Ershova O.K. Integrated assessment of scion-rootstock combinations of apple tree and their cultivation efficiency in orchards of an intensive type. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016;30(5):53-57 (in Russian).
8. Dorochenko T.N. *Innovative technologies in modern gardening*. Krasnodar: Kuban SAU. 2014:1-184 (in Russian).
9. Korzhuk A.B., Bykova T.A. Economic efficiency of growing seedlings of fruit and berry and coniferous trees. *Actual scientific and technical means and agricultural problems: Proceedings of the VII National Scientific and Practical Conference*

with International Participation. Kemerovo: Kuzbass State Agricultural Academy. 2021:383-386 (in Russian).

10. Babin M.M. Increasing the efficiency of growing pear fruits of released varieties in the Republic of Crimea. *Science and Society Interaction: Problems and Prospects. Collection of Articles of the International Scientific and Practical Conference*. Ufa. 2020;1:5-9 (in Russian).
11. Buntsevich L.L., Scheglov S.N., Kostyuk M.A., Besedina E.N. Studying of growing efficiency of early maturing and high-yielding apple saplings on the rootstocks of "super-standard" category. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2014;26(2):12-20 (in Russian).
12. Popova V.D. The comparative assessment of the efficiency of different ways of growing pear and apple nursery transplants with interstem. *Vestnik MSAU*. 2014;2:11-14 (in Russian).
13. Robinson T.L., Sazo M.M. Effect of promalin, benzytadenine and cyclanilide on lateral branching of apple threes in the nursery. *Acta Hort.*, 2014;1042:293-302. DOI 10.17660/ActaHortic.2014.1042.35.
14. Medelyayeva Z.P., Nozdracheva R.G. The economic efficiency of orchard establishment and apple production in the conditions of Voronezh region. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2019;12;2(61):216-223. DOI 10.17238/issn2071-2243.2019.2.216 (in Russian).
15. Tatarinov A.N., Pavlov G.D. The gardening on dwarf rootstocks. *Clonal Rootstocks in Intensive Horticulture*. K.: Urozhay. 1976:1-176 (in Russian).
16. Savin E.Z., Azarov O.I., Demenina L.G. Economic efficiency of cultivation of apple trees on different types of clonal rootstocks in the conditions of the Middle Volga region. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2017;4(204):74-77 (in Russian).
17. Schrader L.E. Scientific basis of a unique formulation for reducing sunburn of fruits. *HortScience*. 2011;46:6-11. DOI 10.21273/HORTSCI.46.1.6.
18. Program and methodology of sorting fruit, berry and nut crops. Under the general editorship of E.N. Sedov. T.G. Ogoltsova. Orel: VNIISP. 1999:1-606 (in Russian).
19. Sotnik A.I., Tankevich V.V., Chakalov T.S. The guidelines on research in nursery management and forecasting of stock growing power. Simferopol: Polyprint. 2019:1-47 (in Russian).
20. Kulikov I.M., Kosyakin A.S., Vorobyov V.F., Egorov E.A., Utkov Yu.A., Bychkov V.V., Yaroslavtsev E.I., Echedi Y.Y., Kraeva I.L. Guidelines for determining the economic efficiency of scientific achievements in gardening. Moscow: All-Russian Selection and Technological Institute of Horticulture and Nursery Management. 2005:1-111 (in Russian).

### Информация об авторах

**Валентина Викторовна Танкевич**, канд. с.-х. наук, зав. лабораторией питомниководства, вед. науч. сотр.; e-мэйл: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5816-599X>;

**Александр Иванович Сотник**, д-р с.-х. наук, зам. директора по науке, вед. науч. сотр.; e-мэйл: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8405-5321>;

**Анатолий Иванович Попов**, науч. сотр., лаборатории питомниководства; e-мэйл: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5704-5988>.

### Information about author

**Valentina V. Tankevich**, Cand. Agric. Sci., Head of the Nursery Management Laboratory, Leading Staff Scientist; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5816-599X>;

**Alexander I. Sotnik**, Dr. Agric. Sci., Deputy Director for Science, Leading Staff Scientist; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8405-5321>;

**Anatoly I. Popov**, Staff Scientist, Nursery Management Laboratory; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5704-5988>.

Статья поступила в редакцию 11.05.2023, одобрена после рецензии 10.07.2023, принята в публикацию 21.08.2023.



## Влияние бактериальной и грибной инокуляции на физиолого-биохимические параметры листьев укорененных черенков винограда

Волынчук Н.Н.<sup>1</sup>✉, Кабашникова Л.Ф.<sup>2</sup>, Пашкевич Л.В.<sup>2</sup>, Лукша В.И.<sup>2</sup>, Доманская И.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Полесский государственный университет, Беларусь, 225710, Брестская область, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23;

<sup>2</sup>Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Беларусь, 220072, г. Минск, ул. Академическая, 27

✉volynchuk.n@mail.ru

**Аннотация.** Изучены содержание фотосинтетических пигментов, полифенольных соединений и активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в листьях 45-дневных укорененных черенков винограда культурного (*Vitis vinifera*) сорта Альфа при бактериальной (*Bacillus sp.*, *Enterobacter sp.*) и грибной (*Aureobasidium pullulans*, *Hanseniaspora uvarum*) инокуляции. Бактериальная инокуляция *Enterobacter sp.* (штамм №22) вызывала снижение содержания хлорофилла (Хл) *a* и Хл (*a+b*) в пересчете на сырую массу листьев на 30 и 29 % соответственно относительно контрольных значений, тогда как грибная инокуляция достоверно не изменяла эти показатели. В результате бактериальной инокуляции количество Хл *a* было снижено в 3,7, а каротиноидов в 1,3 раза относительно значений при инокуляции дрожжевыми грибами. Обнаружено снижение содержания каротиноидов в листьях винограда при бактериальной инокуляции (на 41–46 %), а при грибной инокуляции тенденция к его снижению, которое при использовании *Hanseniaspora uvarum* (штамм №64) достигало 57,7 %, а в случае *Aureobasidium pullulans* (штамм №32) не выявлялось. Инокуляция дрожжевым грибом *Hanseniaspora uvarum* (штамм №64) приводила к снижению активности ПОЛ в листьях винограда на 23,8 % на фоне снижения общего содержания фенольных соединений (на 32,3 %), а при использовании гриба *Aureobasidium pullulans* (штамм №27) отмечено увеличение содержания полифенолов на 17,4 %. Сделан вывод о более выраженном негативном действии бактериальной инокуляции на пигментный аппарат листьев в сравнении с дрожжевыми грибами и о положительном влиянии определенных дрожжевых штаммов на окислительный статус листьев укорененных черенков культурного винограда.

**Ключевые слова:** виноград; дрожжевые грибы; фотосинтетические пигменты; фенолы; перекисное окисление липидов; фитопатогены.

**Для цитирования:** Волынчук Н.Н., Кабашникова Л.Ф., Пашкевич Л.В., Лукша В.И., Доманская И.Н. Влияние бактериальной и грибной инокуляции на физиолого-биохимические параметры листьев укорененных черенков винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):276-283. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.009.

O R I G I N A L   R E S E A R C H

## The effect of bacterial and fungal inoculation on physiological and biochemical parameters of the leaves of rooted grape cuttings

Volynchuk N.N.<sup>1</sup>✉, Kabashnikova L.F.<sup>2</sup>, Pashkevich L.V.<sup>2</sup>, Luksha V.I.<sup>2</sup>, Domanskaya I.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Polesky State University, 23 Dneprovskoy Flotilii str., 225710 Pinsk, Brest reg., Belarus;

<sup>2</sup>Institute of Biophysics and Cell Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus, 27 Akademicheskaya str., 220072 Minsk, Belarus

✉volynchuk.n@mail.ru

**Abstract.** The content of photosynthetic pigments, polyphenolic compounds and activity of lipid peroxidation (LPO) in the leaves of 45-day-old rooted cuttings of cultivated grapes (*Vitis vinifera*) of 'Alpha' variety were studied during bacterial (*Bacillus sp.*, *Enterobacter sp.*) and fungal (*Aureobasidium pullulans*, *Hanseniaspora uvarum*) inoculation. Bacterial inoculation with *Enterobacter sp.* (strain No. 22) caused a decrease in the content of chlorophyll (Chl) *a* and Chl (*a+b*) in terms of wet leaf weight by 30 and 29 %, respectively, relative to the control values, while fungal inoculation did not significantly change these parameters. As a result of bacterial inoculation, the amount of Chl *a* was reduced by 3.7, and carotenoids – by 1.3 times relative to the values during inoculation with yeast fungi. A decrease in the content of carotenoids in grape leaves was found during bacterial inoculation (by 41–46 %), and during fungal inoculation – a tendency to be decreased to reach 57.7 % when using *Hanseniaspora uvarum* (strain No. 64), but in the case of *Aureobasidium pullulans* (strain No. 32) – no such tendency was detected. Inoculation with yeast fungus *Hanseniaspora uvarum* (strain No. 64) led to a decrease in LPO activity in grape leaves by 23.8 % against the background of a decrease in the total content of phenolic compounds (by 32.3 %), and when using the fungus *Aureobasidium pullulans* (strain No. 27) – an increase in the content of polyphenols by 17.4 %. A conclusion was made about a more pronounced negative effect of bacterial inoculation on the pigment apparatus of leaves in comparison with yeast fungi, and about the positive effect of certain yeast strains on the oxidative status of leaves of rooted cuttings in cultivated grapes.

**Key words:** grapes; yeast fungi; photosynthetic pigments; phenols; lipid peroxidation; phytopathogens.

**For citation:** Volynchuk N.N., Kabashnikova L.F., Pashkevich L.V., Luksha V.I., Domanskaya I.N. The effect of bacterial and fungal inoculation on physiological and biochemical parameters of the leaves of rooted grape cuttings. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):276-283. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.009 (in Russian).

## Введение

Виноградная лоза (*Vitis spp.*) – одна из основных и наиболее экономически важных плодовых культур во всем мире, большая часть урожая которой используется для виноделия. Качество и ценность ягод винограда в основном определяются его биохимическим составом, на который влияют как генетические факторы, так и факторы окружающей среды (абиотические и биотические) [1, 2]. Исследования влияния абиотических факторов на виноградную лозу широко освещены в литературе и некоторые из этих данных успешно применялись в виноградарстве. Что касается биотических факторов, то внимание больше уделялось изменениям при совместном воздействии патогенных и ризосферных микроорганизмов [3–6]. В некоторых исследованиях установлено, что комбинированная инокуляция *Glomus aggregatum*, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus sp.* [7] и *Rhizophagus, Funneliformis, Pseudomonas* [8] привела к значительному увеличению содержания фенолов и каротиноидов в растениях. Микробная инокуляция растений *Bacillus cereus*, *Lysinibacillus sp.* и *Rhodotorula glutinis* значительно увеличивала содержание хлорофилла (Хл) и уменьшала концентрацию малонового диальдегида (МДА) по сравнению с необработанным контролем в условиях засухи [9]. Биологизация виноградарства, как важной отрасли сельскохозяйственного производства, базируется на принципах, сохраняющих природные ресурсы и сберегающих целостность экосистемы в долгосрочной перспективе. Одна из групп средств биоконтроля фитопатогенных грибов, которая в последнее время привлекает повышенное внимание ученых и промышленности – это дрожжевые грибы. Часто используемые дрожжи-антагонисты включают главным образом штаммы, принадлежащие к роду *Pichia* (*P. caribbica*, *P. guilliermondii*, *P. membranifaciens*, *Wickerhamomyces anomalus* (ранее *P. anomala*) и *Meyerozyma guilliermondii* (ранее *P. guilliermondii*) [10–12], *Rhodotorula* (*R. glutinis*, *R. mucilaginosa*) [13, 14], *Candida* (*C. saitoana*, *C. intermedia*) [15], *Hanseniaspora* (*H. uvarum*, *H. opuniatae*), *Metschnikowia* (*M. pulcherrima*, *M. caribbica*), *Saccharomyces cerevisiae* [16] и дрожжеподобного гриба *Aureobasidium pullulans* (черные дрожжи) [17, 18].

Полесский регион является ведущим регионом промышленного виноградарства в Беларуси. Увеличение производства качественной виноградно-винодельческой продукции, а также активное расширение отечественного виноградарства требуют соответствующей научной поддержки в изучении уникальной аборигенной микрофлоры, которая эволюционно приспособлена к определенным условиям обитания и формирует характеристики микробиоты Полесского региона. Это дает возможность отбора потенциальных штаммов-кандидатов дрожжевых грибов для улучшения управления виноградниками с точки зрения роста и урожайности, устойчивости к стрессам, фитопатогенам и т.д.

**Цель работы** – изучение влияния бактериальной и грибной инокуляции на структурно-функциональное состояние фотосинтетического аппарата (ФСА), активность перекисного окисления липидов и общее

содержание полифенольных соединений в листьях черенков 45-дневного винограда.

## Материалы и методы исследования

Объектом исследования служили укорененные черенки винограда культурного (*Vitis vinifera*) сорта Альфа. Для инокуляции отбирали укорененные в воде черенки с длиной корней не менее 1,5 см. Перспективные штаммы бактерий и дрожжевых грибов, выделенные из разных органов виноградной лозы сорта Альфа, демонстрировали высокие показатели ингибирования роста фитопатогенных грибов *Botrytis cinerea* БИМ F-71 (70,0–79,0 %) и *Fusarium oxysporum* БИМ F-609 (52,0–72,0 %) из коллекции непатогенных микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси. Штаммы были обозначены соответствующими номерами: №4 – *Pseudomonas sp.*, №22 – *Enterobacter sp.*, №17, 27, 32, 37 – *Aureobasidium pullulans* (*A. pullulans*), №64 – *Hanseniaspora uvarum* (*H. uvarum*). Обработку корней проводили водной суспензией штаммов с титром не менее  $10^6$  КОЕ/мл из расчета 5 мл на растение. Растения (6 штук на каждый вариант) выращивали в горшечной культуре при комнатной температуре и естественном освещении с фотопериодом 10–12 часов в грунте на основе предварительно простерилизованного торфа. Анализ проводили через 45 дней после инокуляции. Контролем служили растения, обработанные дистиллированной водой.

Для экстракции пигментов использовали навеску листьев (20–30 мг). Хл и каротиноиды экстрагировали 99,5 % ацетоном в трехкратной повторности. Количество пигментов в экстрактах определяли по спектрам поглощения на спектрофотометре «Shimadzu UV-2401 PC» (Shimadzu, Япония) при трех длинах волн: 662 нм (Хл а), 644 нм (Хл б) и 440,5 нм (каротиноиды). Количество пигментов рассчитывали по формулам [19]. Содержание фотосинтетических пигментов выражали в расчете на единицу сырой биомассы листа.

Перекисное окисление липидов (ПОЛ) тестировали по количеству МДА, содержание которого определяли спектрофотометрическим методом по цветной реакции с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) [20]. Навески листьев (0,15 г) в трехкратной повторности для каждого варианта гомогенизировали в 5 мл фосфатного буфера 0,005 М (рН 7,2–7,4). К полученному гомогенату добавляли равный объем 0,5 %-го раствора ТБК в 20 % трихлоруксусной кислоте. Полученные образцы нагревали на кипящей водяной бане в течение 20 мин, охлаждали и центрифугировали 10 мин при 7000 об/мин. Оптическую плотность супернатанта регистрировали фотометрически при 532 нм с поправкой на неспецифическое поглощение при 650 нм на спектрофотометре «Shimadzu-UV 2401 PC» (Shimadzu, Япония). Количество МДА рассчитывали с учетом миллимолярного коэффициента экстинкции комплекса МДА с трихлоруксусной кислотой, который с поправкой на неспецифическое поглощение при  $\lambda=650$  нм ( $1,5 \text{ M}^{-1} \times \text{см}^{-1}$ ) составил  $1,55 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ см}^{-1}$ .

Для определения общего содержания полифенолов использовали спектрофотометрический метод определения суммы фенольных соединений (при дли-

**Таблица 1.** Абсолютные и относительные значения содержания Хл и каротиноидов в листьях инокулированных черенков винограда (мг/г сырой массы)

**Table 1.** Absolute and relative values of chlorophyll and carotenoid content in leaves of inoculated grape cuttings (mg/g wet weight)

Вариант	Хл <i>a</i>	Хл <i>b</i>	Хл ( <i>a+b</i> )	Хл <i>a</i> /Хл <i>b</i>	Каротиноиды	Хл ( <i>a+b</i> )/каротиноиды
Контроль	1,64±0,06 100,0**	0,75±0,04 100,0**	2,40±0,09 100,0**	2,19±0,07 100**	0,41±0,003 100,0**	5,79±0,207 100,0**
<b>Бактерии</b>						
<i>Pseudomonas sp.</i> , штамм №4	1,44±0,05 87,8**	0,71±0,01 94,6**	2,15±0,04 89,6**	2,02±0,12 92,2**	0,29±0,05* 70,7**	7,93±1,47 137,0**
<i>Enterobacter sp.</i> , штамм №22	1,26±0,07* 76,8**	0,60±0,07 80,0**	1,86±0,01* 77,5**	2,11±0,14 96,3**	0,28±0,05* 68,3**	7,16±1,75 123,6**
<b>Дрожжевые грибы</b>						
<i>A. pullulans</i> штамм №17	1,51±0,22 92,1**	0,80±0,07 106,7**	2,31±0,26 96,3**	1,89±0,21 86,3**	0,29±0,10 70,7**	11,51±5,43 198,8**
<i>A. pullulans</i> штамм №27	1,60±0,02 97,6**	0,79±0,03 105,3**	2,40±0,02 100,0**	2,02±0,09 92,2**	0,30±0,05 73,2**	8,58±1,59 148,1**
<i>A. pullulans</i> штамм №32	1,60±0,03 97,6**	0,75±0,01 100,0**	2,36±0,03 98,3**	2,12±0,02 96,8**	0,42±0,01 102,4**	5,63±0,21 97,2**
<i>A. pullulans</i> штамм №37	1,56±0,06 95,1**	0,77±0,07 102,6**	2,33±0,11 97,1**	2,03±0,13 92,7**	0,32±0,06 78,0**	8,14±2,35 140,6**
<i>H. uvarum</i> штамм №64	1,53±0,05 93,3**	0,81±0,04 108,0**	2,34±0,09 97,5**	1,87±0,04* 85,4**	0,26±0,02* 63,4**	9,09±0,92* 156,9**

Примечание. Здесь и далее в таблицах:

\* – достоверные различия по сравнению с контролем ( $p \leq 0,05$ ).

\*\* – относительные значения параметров в процентах.

не волны 760 нм) с помощью комплексообразующих реагентов. Количественную оценку действующих веществ в листьях винограда проводили по суммарному содержанию фенольных соединений в пересчете на галловую кислоту. Метод основан на реакции полифенольных соединений с реактивом Фолина-Чокалтеу, содержащим фосфомолибдат и вольфрамат натрия, которые при восстановлении фенольными соединениями в щелочной среде образуют комплекс синего цвета (вольфрамовая синь), интенсивность окраски которого пропорциональна количеству фенольных соединений [21]. Суммарное содержание фенольных соединений выражали в мг-эквивалентах галловой кислоты на г сырой массы листьев винограда.

Все исследования проводили в трехкратной биологической повторности. Достоверность различий средних значений определяли с использованием компьютерных программ *Statistica* (версия 10.0) (*StatSoft*) и *Excel 2010* (*Microsoft*). Статистически достоверными считались различия между показателями при  $p \leq 0,05$  (в таблицах отмечены звездочкой).

#### Результаты и их обсуждение

Пигменты фотосинтеза в ассимилирующих органах являются одним из основных показателей потенциальной продуктивности растений. Имея сведения о содержании Хл, можно оценить потенциальную фотохимическую активность листьев винограда. На

первом этапе исследования был проведен количественный анализ содержания фотосинтетических пигментов в листьях черенков винограда, инокулированных разными бактериальными и грибными штаммами (табл. 1).

Как видно из представленных результатов, бактериальная и грибная инокуляция вызвала уменьшение содержания Хл *a* в опытных растениях. При этом только обработка бактериальным штаммом №22 привела к достоверному снижению содержания этого пигмента в листьях винограда на 30 % относительно необработанных растений. Среднее содержание Хл *a* при бактериальной инокуляции составило 1,35 мг/г сырой массы, что меньше грибной в 1,15 раза. Снижение содержания Хл *a* в листьях черенков винограда, инокулированных дрожжевыми грибами рода *Aureobasidium* и *Hanseniopsis*, оказалось незначительным в сравнении с контрольными данными и находилось в диапазоне 2,4–7,9 %.

Иная тенденция наблюдалась при количественном определении содержания Хл *b*, который присутствует в составе светособирающих комплексов фотосинтетических мембран. Для большинства вариантов инокуляции уровень содержания данного пигмента составил 0,71–0,79 мг/г сырой массы листьев винограда. Инокуляция бактериями рода *Enterobacter sp.* (штамм №22) уменьшала содержание Хл *b* на 20,0 % по сравне-

**Таблица 2.** Влияние инокуляции разными штаммами бактерий и дрожжей на содержание продуктов ПОЛ и суммарное содержание фенольных соединений в листьях черенков винограда

**Table 2.** The effect of inoculation with different strains of bacteria and yeasts on the content of lipid peroxidation products and the total phenolic compounds in the leaves of grape cuttings

Вариант	МДА		Фенольные соединения	
	нмоль/г сырой массы	% к контролю	мг-экв. галловой кислоты/г сырой массы	% к контролю
Контроль	161,93±5,96	100,0	11,06±1,10	100,00
<b>Бактерии</b>				
<i>Pseudomonas sp.</i> , штамм №4	146,60±7,95	90,5	12,69±0,68*	114,69*
<i>Enterobacter sp.</i> , штамм №22	174,00±5,00	107,4	9,58±1,75	86,85
<b>Дрожжевые грибы</b>				
<i>A. pullulans</i> , штамм 17	173,10±10,8	106,89	12,15±3,49	109,82
<i>A. pullulans</i> , штамм №27	181,12±6,93	112,28	12,99±3,28*	117,43*
<i>A. pullulans</i> , штамм №32	155,44±5,35	95,99	11,44±3,69	103,20
<i>A. pullulans</i> , штамм №37	168,18±3,32	103,86	11,28±2,76	101,95
<i>H. uvarum</i> , штамм №64	123,39±1,17*	76,20*	7,49±3,12*	67,69*

нию с контролем, в то время как бактерии рода *Pseudomonas sp.* незначительно уменьшали содержание этого пигмента. Инокуляция всеми вариантами дрожжевых грибов привела к повышению его содержания от 2,6 до 8,0 % по сравнению с контролем. Известно, что Хл *b* обладает уникальным физико-химическим свойством поглощать свет в коротковолновой области (425–475 нм), в которой слабо поглощает Хл *a*, тем самым повышение содержания Хл *b* значительно увеличивает светосбор, что особенно важно при пониженной освещенности, которая характерна для условий Беларуси [22]. Максимальное количество Хл *b* содержали листья черенков винограда сорта Альфа, инокулированных дрожжевым штаммом №64.

Исходя из полученных данных, бактериальная инокуляция *Enterobacter sp.* (штамм №22) вызывала снижение содержания Хл (*a+b*) в пересчете на сырую массу листьев на 29 % относительно контрольных значений, тогда как грибная инокуляция достоверно не изменяла эти показатели.

На основе полученных данных по содержанию Хл *a* и Хл *b* в листьях винограда было рассчитано соотношение между ними (табл. 1). Бактериальная и грибная инокуляции привели к незначительному уменьшению данного показателя в среднем на 5,7 и 9,3 % соответственно. Минимальное уменьшение соотношения Хл *a*/Хл *b* отмечалось в листьях черенков винограда инокулированных штаммом дрожжевого гриба №32 (3,2 %). Как свидетельствуют литературные источники, соотношение между формами Хл может характеризовать потенциальную фотохимическую активность, при этом физиологическое соотношение Хл *a*/Хл *b* варьирует около значения 3,0.

Известно, что каротиноиды играют важную роль в механизмах защиты фотосинтетического аппарата (ФСА) от различных повреждающих факторов окружающей среды. Функции каротиноидов в растении весьма многообразны: они вносят свой вклад в формирование структуры ФСА растений, участвуют в поглощении световой энергии и защите молекул Хл от активных форм кислорода (АФК) и выполняют роль антиоксидантов в липидной фазе мембран, регулируют различные механизмы диссипации избыточной энергии, включая нефотохимическое тушение флуоресценции Хл (NPQ), а также обеспечивают функционирование виолаксантинового цикла, связанного с ликвидацией АФК и регуляцией энергетического баланса в фотосинтезе [23].

Экспериментально показано (табл. 1) снижение содержания каротиноидов в листьях винограда как при бактериальной инфекции рода *Pseudomonas sp.* (на 41 %), так и бактериями рода *Enterobacter sp.* (на 46 %). Анализ содержания желтых пигментов в листьях черенков винограда, предварительно инокулированных пятью вариантами дрожжевых грибов, показал тенденцию к его снижению, которое при использовании *H. uvarum* (штамм №64) достигало 57,7 %, а в случае *A. pullulans* (штамм №32) не выявлялось.

Проведенный анализ соотношения суммарного содержания Хл (*a+b*) к общему содержанию каротиноидов, которое часто используют как показатель устойчивости ФСА к внешним неблагоприятным факторам или для характеристики экологической пластичности растений [24], показал, что диапазон значений соотношения Хл (*a+b*)/каротиноиды составил от 5,6 до 11,5 (табл. 1). Бактериальная инокуляция увеличила пока-

затель соотношения в среднем на 30,5 % относительно контроля. Инокуляция дрожжевыми грибами привела к повышению показателя на 61 % в сравнении с контролем, за исключением *A. pullulans* (штамм №32), который не оказывал влияния на этот параметр.

Известно, что в растительной клетке при нормальных условиях ее жизнедеятельности постоянно происходят процессы ПОЛ, способные приводить к разнообразным структурно-функциональным нарушениям, однако благодаря многоуровневой антиоксидантной системе защиты данные процессы удерживаются на определенном стабильном уровне [25]. Состояние окислительно-восстановительного статуса клеток листьев черенков винограда тестировали по количеству образовавшегося стабильного продукта ПОЛ – МДА, который образуется при перекисном окислении линолевой или арахидоновой кислот. Результаты определения содержания стабильных продуктов ПОЛ в листьях винограда представлены в таблице 2.

Снижение уровня МДА, составившее 23,8 % к контрольному значению отмечено при инокуляции дрожжевым грибом *H. uvarum* (штамм №64), выделенным из эписферы ягод винограда на стадии сбора урожая. Дрожжевые грибы №17 и №27 показали тенденцию к увеличению содержания МДА на 6,9 и 11,9 % соответственно по сравнению с контролем.

Остальные варианты инокуляции дрожжевыми грибами демонстрировали снижение уровня стабильных продуктов ПОЛ от 4,1 до 11,6 % в сравнении с контролем. Известно, что увеличение активности ПОЛ снижает текучесть мембраны, повышая вероятность перескока фосфолипидов из одного монослоя в другой и утечку электролитов через мембрану, ведет к повреждению белков, инактивации рецепторов, ферментов, ионных каналов и в целом к нарушению целостности мембраны в результате образования альдегидов и углеводов [26].

Фенольные соединения, являясь обязательными компонентами клеток высших растений, выполняют в них различные функции: участвуют в окислительно-восстановительных процессах, реакциях иммунитета, регулируют рост и развитие растений, защищают клетки от различных стрессовых воздействий [27]. Сезонное варьирование содержания фенольных соединений специфично для отдельного вида растения и общей тенденции в накоплении этих веществ не наблюдается [28, 29]. Эти соединения вторичного метаболизма весьма реакционноспособны, в связи с чем могут инактивировать свободные радикалы клеток, защищая их от избыточного образования АФК. Присутствие фенольных соединений в растительных объектах, а также увеличение их количества, является важным показателем устойчивости растений к стрессовым воздействиям. По данным [30] в листьях винограда обнаруживается высокое содержание фенолов, сравнимое с показателями кожуры ягод – до 14,22 мг-экв. галловой кислоты/г сырой массы. Определение суммарного содержания фенольных соединений в наших опытах показало снижение этого показателя при бактериальной инвазии штаммом *Enterobacter sp.* №22

(на 13 %) и увеличение их количества на 15 % бактериями рода *Pseudomonas sp.* по сравнению с необработанными растениями (табл. 2). Четыре штамма дрожжевых грибов рода *Aureobasidium* продемонстрировали тенденцию к повышению содержания фенольных соединений (от 2 до 17 % по сравнению с контролем). И только в листьях винограда, инокулированных штаммом №64 дрожжевого гриба *H. uvarum*, обнаружено снижение содержания полифенолов на 32,3 %, что, скорее всего, объясняется их катаболизмом, связанным с изменением структуры хлоропластов и обнаруженным нами нарушением биосинтеза каротиноидов (табл. 1).

### Выводы

Проведен количественный анализ содержания фотосинтетических пигментов в листьях укорененных черенков винограда после инокуляции грибными и бактериальными микроорганизмами. Содержание Хл *a*, Хл *b*, их суммы и каротиноидов в листьях изменялось, что указывает на реакцию пигментного аппарата листьев винограда при инокуляции биоагентами. Спустя 45 дней после инокуляции бактериями *Pseudomonas sp.* и *Enterobacter sp.* отмечено уменьшение количества фотосинтетических пигментов (Хл *a* и каротиноидов) в листьях черенков винограда в пересчете на сырую массу. Анализ результатов инокуляции четырьмя штаммами дрожжевых грибов *Aureobasidium pullulans* и одного штамма *Hanseniaspora uvarum* демонстрирует тенденцию к увеличению содержания Хл *b*, что способствует увеличению светосбора при фотосинтезе. Из пяти «дрожжевых» вариантов лишь внедрение гриба *Aureobasidium pullulans* (штамм №32) не приводит к изменению содержания таких важных фотосинтетических пигментов, как каротиноиды.

Некоторые варианты инокуляции дрожжевыми грибами демонстрировали снижение содержания продуктов ПОЛ от 4,1 до 23,8 % по сравнению с физиологическими условиями, что указывает на стабилизацию окислительных процессов в липидном бислое клеточных мембран. К компонентам антиоксидантной защиты относятся низкомолекулярные соединения фенольной природы, которые в наших опытах показали тенденцию к увеличению содержания после инокуляции бактериальными и дрожжевыми микроорганизмами (от 7 до 30 %), что указывает на развитие защитных реакций в листьях черенков винограда под действием ряда использованных биоагентов.

Таким образом, инокуляция может стать хорошим инструментом тонкой настройки регуляции вторичных метаболитов винограда. Однако для возможного его использования в маточниках подвойных и привойных лоз необходимо изучить другие способы инокуляции или внесения отобранных штаммов. При обсуждении перспектив использования этого тонкого регулятора для формирования метаболитов винограда следует также учитывать негативные эффекты, такие как риск образования вредных или токсичных веществ. Однако именно этот фактор можно корректировать путем использования природных штаммов, выделенных из аборигенных сортов винограда Ре-

спублики Беларусь, а также проводя исследования *in vitro* и *in vivo* каждого штамма-кандидата дрожжевого гриба.

Полученные результаты можно экстраполировать и на плодоносящие виноградные растения. Это создаст научную основу для разработки средств биологической защиты растений винограда с использованием дрожжевых грибов в качестве альтернативы использованию химических фунгицидов, что позволит снизить потери урожая из-за фитопатогенов и обеспечить более высокую экологическую безопасность индустрии винограда. Исследованные штаммы дрожжей показали свою высокую эффективность в отношении фитопатогенных грибов *Botrytis cinerea* и *Fusarium oxysporum*, что делает их весьма полезными для потенциального применения в биологической борьбе.

#### Источник финансирования

Не указан.

#### Financing source

Not specified.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

- Ming-Zhi Y., Mian-Di M. Fungal endophytes as a metabolic fine-tuning regulator for wine grapes. *PLoS One*. 2016;11(9):e0163186. DOI 10.1371/journal.pone.0163186.
- Kuhn N., Guan L., Dai Z., Wu B.-H., Lauvergeat V., Gomès E., Li S.-H., Godoy F., Arce-Johnson P., Delrot S. Berry ripening: recently heard through the grapevine. *Journal of Experimental Botany*. 2014;65:4543-4559. DOI 10.1093/jxb/ert395.
- Amarouchi Z., Esmael Q., Sanchez L., Jacquard C., Hafidi M., Vaillant-Gaveau N., Ait Barka E. Beneficial microorganisms to control the gray mold of grapevine: from screening to mechanisms. *Microorganisms*. 2021;9(7):138-146. DOI 10.3390/microorganisms9071386.
- Nascimento R., Maia M., Ferreira A., Silva A. da, Ponces A., Cordeiro C., Silva M., Figueiredo A. Early stage metabolic events associated with the establishment of *Vitis vinifera* – *Plasmopara viticola* compatible interaction. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2019;137:1-13. DOI 10.1016/j.plaphy.2019.01.026.
- Pertot I., Caffi T., Rossi V., Mugnai L., Hoffmann C., Grandi M.S., Gary C., Lafond D., Duso C., Thiery D., Mazzoni V., Anfora G. A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new perspectives for the implementation of IPM in viticulture. *Crop Protection*. 2017;97:70-84. DOI 10.1016/j.cropro.2016.11.025.
- Esmael Q., Jacquard C., Clement C., Sanchez L., Barka E.A. Genome sequencing and traits analysis of *Burkholderia* strains reveal a promising biocontrol effect against grey mold disease in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2019;35:141-150. DOI 10.1007/s11274-019-2613-1.
- Vacheron J., Desbrosses G., Bouffaud M.-L., Touraine B., Moenne-Loccoz Y., Muller D., Legendre L., Wisniewski-Dyé F., Prigent-Combaret C. Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. *Frontiers in Plant Science*. 2013;4:356-368. DOI 10.3389/fpls.2013.00356.
- Aalipour H., Nikbakht A., Sabzalian M.R. Essential oil composition and total phenolic content in *Cupressus arizonica* G. in response to microbial inoculation under water stress conditions. *Scientific Reports*. 2023;13(1):120-129. DOI 10.1038/s41598-023-28107-z.
- Duo L.A., Liu C.X., Zhao S.L. Alleviation of drought stress in turfgrass by the combined application of nano-compost and microbes from compost. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2018;65:419426. DOI 10.1134/S102144371803010X.
- Matic S., Spadaro D., Garibaldi A., Gullino M. Antagonistic yeasts and thermotherapy as seed treatments to control *Fusarium fujikuroi* on rice. *Biological Control*. 2014;73:59-67. DOI 10.1016/j.biocontrol.2014.03.008.
- Fernandez San Millan A., Larraya L., Farran I., Ancin M., Veramendi J. Successful biocontrol of major postharvest and soil-borne plant pathogenic fungi by antagonistic yeasts. *Biological Control*. 2021;160:267-278. DOI 10.1016/j.biocontrol.2021.104683.
- Zhang Q., Zhao L., Li Z., Li C., Li B., Gu X., Zhang X., Zhang H. Screening and identification of an antagonistic yeast controlling postharvest blue mold decay of pears and the possible mechanisms involved. *Biological Control*. 2019;133:26-33. DOI 10.1016/j.biocontrol.2019.03.002.
- Rossetti A., Perpetuini G., Battistelli N., Zulli C., Arfelli G., Suzzi G., Cichelli A., Tofalo R. Capturing the fungal community associated with conventional and organic *Trebbiano Abruzzese* grapes and its influence on wine characteristics. *Food Bioscience*. 2023;52:352-364. DOI 10.1016/j.fbio.2023.102382.
- Sipiczki M. *Metschnikowia pulcherrima* and related pulcherrimin-producing yeasts: fuzzy species boundaries and complex antimicrobial antagonism. *Microorganisms*. 2020;8:186-194. DOI 10.3390/microorganisms8071029.
- Abdel-Kareem M.M., Zohri A.N., Elmohsen S. Novel marine yeast strains as plant growth-promoting agents improve defense in wheat (*Triticum aestivum*) against *Fusarium oxysporum*. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2021;128:973-988. DOI 10.1007/s41348-021-00461-y.
- Parafati L., Vitale A., Restuccia C., Cirvilleri G. Performance evaluation of volatile organic compounds by antagonistic yeasts immobilized on hydrogel spheres against gray, green and blue postharvest decays. *Food Microbiology*. 2017;63:191-198. DOI 10.1016/j.fm.2016.11.021.
- Oufensou S., Hassan Z., Balmes V., Jaoua S., Migheli Q. Perfume guns: potential of yeast volatile organic compounds in the biological control of mycotoxin-producing fungi. *Toxins*. 2023;15(1):274-282. DOI 10.3390/toxins15010045.
- Ghanbarzadeh B., Ahari A.B., Sampaio J.P., Arzanlou M. Biodiversity of epiphytic and endophytic yeasts on grape berries in Iran. *Nova Hedwigia*. 2020;110:137-156. DOI 10.1127/nova\_hedwigia/2020/0569.
- Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука. 1971:154-170.
- Калашников Ю.Е., Балахнина Т.И., Бенничели Р.П. Активность антиокислительной системы и интенсивность перекисного окисления липидов в растениях пшеницы в связи с сортовой устойчивостью к переувлажнению почвы // Физиология растений. 1999;46(2):268-275.
- Николаева Т.Н., Лапшин П.В., Загоскина Н.В. Метод определения суммарного содержания фенольных соединений в растительных экстрактах с реактивом Фолина-Дениса и реактивом Фолина-Чекалтеу: модификация и сравнение // Химия растительного сырья. 2021;2:291-299. DOI 10.14258/jcprm.2021028250.
- Кабашникова Л.Ф., Абрамчик Л.М., Макаров В.Н., Зеневич Л.А., Черленок Ю.И., Козловская З.Я., Устинов В.Н., Савченко Г.Е. Характеристика пигментного аппарата интродуцированных сортов винограда // Вестник фонда

- фундаментальных исследований. 2011;1(55):30-43.
23. Маслова Т.Г., Марковская Е.Ф., Слемнев Н.Н. Функции каротиноидов в листьях высших растений (обзор) // Журнал общей биологии. 2020;81(4):297-310. DOI 10.31857/S0044459620040065.
  24. Кабашникова Л.Ф. Фотосинтетический аппарат и стресс у растений. Мн.: Беларуская навука. 2014:1-267.
  25. Мерзляк М.Н. Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительной клетки // Итоги науки и техники. Серия: Физиология растений. 1989;6:111-123.
  26. Halliwell B. Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant Physiology*. 2006;141:312-322. DOI 10.1104/pp.106.077073.
  27. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Высшая школа. 1993:1-271.
  28. Raal A., Boikova T., Püssa T. Content and dynamics of polyphenols in *Betula* spp. leaves naturally growing in Estonia. *Records of Natural Products*. 2015;9(1):41-48.
  29. Шалдаева Т.М., Костикова В.А., Высочина Г.И. Фенольные соединения *Agrimonia pilosa ledeb.* в зависимости от фазы развития растений // Химия растительного сырья. 2021;1:151-158. DOI 10.14258/jcprm.2021016628.
  30. Güler A., Candemir A. Total phenolic and flavonoid contents, phenolic compositions and color properties of fresh grape leaves. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 2014;1:778-782.
- ### References
1. Ming-Zhi Y., Mian-Di M. Fungal endophytes as a metabolic fine-tuning regulator for wine grapes. *PLoS One*. 2016;11(9):e0163186. DOI 10.1371/journal.pone.0163186.
  2. Kuhn N., Guan L., Dai Z., Wu B.-H., Lauvergeat V., Gomès E., Li S.-H., Godoy F., Arce-Johnson P., Delrot S. Berry ripening: recently heard through the grapevine. *Journal of Experimental Botany*. 2014;65:4543-4559. DOI 10.1093/jxb/ert395.
  3. Amarouchi Z., Esmaeel Q., Sanchez L., Jacquard C., Hafidi M., Vaillant-Gaveau N., Ait Barka E. Beneficial microorganisms to control the grey mold of grapevine: from screening to mechanisms. *Microorganisms*. 2021;9(7):138-146. DOI 10.3390/microorganisms9071386.
  4. Nascimento R., Maia M., Ferreira A., Silva A. da, Ponces A., Cordeiro C., Silva M., Figueiredo A. Early stage metabolic events associated with the establishment of *Vitis vinifera* – *Plasmopara viticola* compatible interaction. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2019;137:1-13. DOI 10.1016/j.plaphy.2019.01.026.
  5. Pertot I., Caffi T., Rossi V., Mugnai L., Hoffmann C., Grando M.S., Gary C., Lafond D., Duso C., Thiery D., Mazzoni V., Anfora G. A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new perspectives for the implementation of IPM in viticulture. *Crop Protection*. 2017;97:70-84. DOI 10.1016/j.cropro.2016.11.025.
  6. Esmaeel Q., Jacquard C., Clement C., Sanchez L., Barka E.A. Genome sequencing and traits analysis of *Burkholderia* strains reveal a promising biocontrol effect against grey mold disease in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2019;35:141-150. DOI 10.1007/s11274-019-2613-1.
  7. Vacheron J., Desbrosses G., Bouffaud M.-L., Touraine B., Moenne-Loccoz Y., Muller D., Legendre L., Wisniewski-Dyé F., Prigent-Combaret C. Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. *Frontiers in Plant Science*. 2013;4:356-368. DOI 10.3389/fpls.2013.00356.
  8. Aalipour H., Nikbakht A., Sabzalian M.R. Essential oil composition and total phenolic content in *Cupressus arizonica* G. in response to microbial inoculation under water stress conditions. *Scientific Reports*. 2023;13(1):120-129. DOI 10.1038/s41598-023-28107-z.
  9. Duo L.A., Liu C.X., Zhao S.L. Alleviation of drought stress in turfgrass by the combined application of nano-compost and microbes from compost. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2018;65:419426. DOI 10.1134/S102144371803010X.
  10. Matic S., Spadaro D., Garibaldi A., Gullino M. Antagonistic yeasts and thermotherapy as seed treatments to control *Fusarium fujikuroi* on rice. *Biological Control*. 2014;73:59-67. DOI 10.1016/j.biocontrol.2014.03.008.
  11. Fernandez San Millan A., Larraya L., Farran I., Ancin M., Veramendi J. Successful biocontrol of major postharvest and soil-borne plant pathogenic fungi by antagonistic yeasts. *Biological Control*. 2021;160:267-278. DOI 10.1016/j.biocontrol.2021.104683.
  12. Zhang Q., Zhao L., Li Z., Li C., Li B., Gu X., Zhang X., Zhang H. Screening and identification of an antagonistic yeast controlling postharvest blue mold decay of pears and the possible mechanisms involved. *Biological Control*. 2019;133:26-33. DOI 10.1016/j.biocontrol.2019.03.002.
  13. Rossetti A., Perpetuini G., Battistelli N., Zulli C., Arfelli G., Suzzi G., Cichelli A., Tofalo R. Capturing the fungal community associated with conventional and organic *Trebbiano Abruzzese* grapes and its influence on wine characteristics. *Food Bioscience*. 2023;52:352-364. DOI 10.1016/j.fbio.2023.102382.
  14. Spiczki M. *Metschnikowia pulcherrima* and related pulcherimin-producing yeasts: fuzzy species boundaries and complex antimicrobial antagonism. *Microorganisms*. 2020;8:186-194. DOI 10.3390/microorganisms8071029.
  15. Abdel-Kareem M.M., Zohri A.N., Elmohsen S. Novel marine yeast strains as plant growth-promoting agents improve defense in wheat (*Triticum aestivum*) against *Fusarium oxysporum*. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2021;128:973-988. DOI 10.1007/s41348-021-00461-y.
  16. Parafati L., Vitale A., Restuccia C., Cirvilleri G. Performance evaluation of volatile organic compounds by antagonistic yeasts immobilized on hydrogel spheres against gray, green and blue postharvest decays. *Food Microbiology*. 2017;63:191-198. DOI 10.1016/j.fm.2016.11.021.
  17. Oufensou S., Hassan Z., Balmes V., Jaoua S., Migheli Q. Perfume guns: potential of yeast volatile organic compounds in the biological control of mycotoxin-producing fungi. *Toxins*. 2023;15(1):274-282. DOI 10.3390/toxins15010045.
  18. Ghanbarzadeh B., Ahari A.B., Sampaio J.P., Arzanlou M. Biodiversity of epiphytic and endophytic yeasts on grape berries in Iran. *Nova Hedwigia*. 2020;110:137-156. DOI 10.1127/nova\_hedwigia/2020/0569.
  19. Shlyk A.A. Determination of chlorophylls and carotenoids in green leaf extracts. *Biochemical Methods in Plant Physiology*. M.: Science. 1971:154-170 (in Russian).
  20. Kalashnikov Yu.E., Balakhnina T.I., Benniceli R.P. The activity of antioxidant system and the intensity of lipid peroxidation in wheat plants in connection with varietal resistance to waterlogging of the soil. *Physiology of Plants*. 1999;46(2):268-275 (in Russian).
  21. Nikolaeva T.N., Lapshin P.V., Zagorskina N.V. Method for determining the total content of phenolic compounds in plant extracts with Folin-Denis reagent and Folin-Ciocalteu reagent: modification and comparison. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2021;2:291-299. DOI 10.14258/jcprm.2021028250 (in Russian).
  22. Kabashnikova L.F., Abramchik L.M., Makarov V.N., Zenevich L.A., Cherlenok Yu.I., Kozlovskaya Z.Ya., Ustinov

- V.N., Savchenko G.E. Characteristics of pigment apparatus of introduced grape varieties. Bulletin of the Foundation for Fundamental Research. 2011;1(55):30-43 (*in Russian*).
23. Maslova T.G., Markovskaya E.F., Slemnev N.N. Functions of carotenoids in leaves of higher plants (a review). Journal of General Biology. 2020;81(4):297-310. DOI 10.31857/S0044459620040065 (*in Russian*).
24. Kabashnikova L.F. Photosynthetic apparatus and stress in plants. Mn.: Belarus Science. 2014;1-267 (*in Russian*).
25. Merzlyak M.N. Activated oxygen and oxidative processes in plant cell membranes. Results of science and technology. Series: Plant Physiology. 1989;6:111-123 (*in Russian*).
26. Halliwell B. Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. Plant Physiology. 2006;141:312-322. DOI 10.1104/pp.106.077073.
27. Zaprometov M.P. Fundamentals of biochemistry of phenolic compounds. M.: Higher School. 1974:1-271 (*in Russian*).
28. Raal A., Boikova T., Püssa T. Content and dynamics of polyphenols in *Betula* spp. leaves naturally growing in Estonia. Records of Natural Products. 2015;9(1):41-48.
29. Shaldayeva T.M., Kostikova V.A., Vysochina G.I. Phenolic compounds *Agrimonia Pilosa ledeb.* depending on the phase of plant development. Chemistry of plant raw materials. 2021;1:151-158. DOI 10.14258/jcprm.2021016628 (*in Russian*).
30. Güler A., Candemir A. Total phenolic and flavonoid contents, phenolic compositions and color properties of fresh grape leaves. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences. 2014;1:778-782.

### Информация об авторах

**Наталья Николаевна Волыничук**, аспирант; e-мэйл: volynchuk.n@mail.ru;

**Людмила Федоровна Кабашникова**, д-р биол. наук, чл.-кор. Национальной академии наук Беларуси, доцент, зав. лабораторией прикладной биофизики и биохимии; e-мэйл: kabashnikova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0111-2827>;

**Любовь Валерьевна Пашкевич**, канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории прикладной биофизики и биохимии; e-мэйл: ljubi.k87@gmail.com;

**Виктория Ивановна Лукша**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории прикладной биофизики и биохимии; e-мэйл: saphyjana2@gmail.com;

**Ирина Николаевна Доманская**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории прикладной биофизики и биохимии; e-мэйл: domanin07@mail.ru.

### Information about authors

**Natalia N. Volynchuk**, Postgraduate; e-mail: volynchuk.n@mail.ru;

**Liudmila F. Kabashnikova**, Dr. Biol. Sci., Corresponding Member of the NASB, Associated Professor, Head of the Laboratory of Applied Biophysics and Biochemistry; e-mail: kabashnikova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0111-2827>;

**Lyubov V. Pashkevich**, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Applied Biophysics and Biochemistry; e-mail: ljubi.k87@gmail.com;

**Victoria I. Luksha**, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Applied Biophysics and Biochemistry; e-mail: saphyjana2@gmail.com;

**Irina N. Domanskaya**, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Applied Biophysics and Biochemistry; e-mail: domanin07@mail.ru.

Статья поступила 08.08.2023, одобрена после рецензии 21.08.2023, принята к публикации 21.08.2023.



## Селекция методом улучшающего отбора дрожжей вида *Kluyveromyces marxianus* и выбор лучшего продуцента эндополигалактуроназы

Шаламитский М.Ю.<sup>✉</sup>, Танащук Т.Н., Иванова Е.В., Загоруйко В.А.

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

<sup>✉</sup>mshalamitskiy@yahoo.com

**Аннотация.** Расширение посадок сортов винограда с комплексной устойчивостью требует решения задачи по снижению содержания в виноградном сусле пектиновых веществ. Одним из путей решения данной задачи является применение ферментных препаратов пектолитического действия, получаемых из плесневых грибов *Aspergillus* spp. и *Trichoderma* spp. При недостаточной очистке побочные ферменты могут оказывать негативное влияние на виноматериалы и вызывать появление посторонних тонов в аромате и/или склонность к образованию помутнений. Альтернативой для получения пектиназы из плесневых грибов могут служить дрожжи-продуценты вида *Kluyveromyces marxianus*, которые не выделяют побочные ферменты. В работе представлены результаты селекции методом улучшающего отбора штамма *K. marxianus* по способности к продуцированию эндополигалактуроназы на виноградном сусле. Показано, что в зависимости от условий культивирования значительно изменяется активность продуцируемого фермента. Независимо от штамма при культивировании на виноградном сусле активность получаемого фермента снижалась на 4,0-28,5 % по сравнению с синтетической средой YPD. Выбран штамм *K. marxianus* III-358, который выделял наибольшее количество фермента при культивировании на виноградном сусле и подвергнут улучшающей селекции. В результате селекционной работы отобрано 10 изолятов с активностью фермента от 1495,6 до 1521,5 ед, что превышало активность исходного штамма на 19-21 %. Снижение активности эндополигалактуроназ отобранных изолятов на субстратах с pH 3,0 и 3,5 (по сравнению с pH 5,0) составило 72,4-75,8 % и 58,6-62,0 % соответственно. По результатам проведенных исследований отобран изолят дрожжей *K. marxianus* III-358-60, который признан перспективным и депонирован в коллекцию микроорганизмов виноделия «Магарач» под номером III-407.

**Ключевые слова:** дрожжи; селекция; эндополигалактуроназа; *Kluyveromyces marxianus*; ферменты.

**Для цитирования:** Шаламитский М.Ю., Танащук Т.Н., Иванова Е.В., Загоруйко В.А. Селекция методом улучшающего отбора дрожжей вида *Kluyveromyces marxianus* и выбор лучшего продуцента эндополигалактуроназы // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):284-290. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.010.

ORIGINAL RESEARCH

## Selection of yeast species *Kluyveromyces marxianus* and choice of endopolygalacturonase top producer using the method of improving selection

Shalamitskiy M.Yu.<sup>✉</sup>, Tanashchuk T.N., Ivanova E.V., Zagorouiko V.A.

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

<sup>✉</sup>mshalamitskiy@yahoo.com

**Abstract.** Expanding the planting of grape varieties with complex resistance requires the problem of reducing the content of pectin substances in grape must to be solved. One of the ways to solve this problem is the use of pectolytic enzyme preparations obtained from mold fungi *Aspergillus* spp. and *Trichoderma* spp. If purification is insufficient, by-product enzymes can have a negative effect on base wines and cause the appearance of off-tones in the aroma and/or a tendency to form cloudiness. An alternative for obtaining pectinases from mold fungi can be yeast-producers of the species *Kluyveromyces marxianus*, with no side enzymes secreting. This paper presents the selection results by the method of improving selection of *K. marxianus* strain for the ability to produce endopolygalacturonase in grape must. It was shown that depending on the cultivation conditions, the activity of produced enzyme changes significantly. Regardless of the strain, when cultivated on grape must, the activity of the resulting enzyme was decreasing by 4.0-28.5 % compared to the synthetic YPD medium. The strain *K. marxianus* III-358 was elected, as secreted the largest amount of enzyme when cultivated on grape must, and was subjected to improving selection. As a result of selection work, 10 isolates with enzymatic activity from 1495.6 to 1521.5 units were chosen, which exceeded the activity of original strain by 19-21 %. The decrease in the activity of endopolygalacturonases of selected isolates on substrates with pH 3.0 and 3.5 (compared to pH 5.0) was 72.4-75.8 % and 58.6-62.0 %, respectively. Based on the research results, the yeast isolate *K. marxianus* III-358-60 was selected, which was recognized as promising and was deposited in the Collection Microorganisms of Winemaking "Magarach" with the number III-407.

**Key words:** yeasts; selection; endopolygalacturonase; *Kluyveromyces marxianus*; enzymes.

**For citation:** Shalamitskiy M.Yu., Tanashchuk T.N., Ivanova E.V., Zagorouiko V.A. Selection of yeast species *Kluyveromyces marxianus* and choice of endopolygalacturonase top producer using the method of improving selection. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):284-290. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.010 (in Russian).

### Введение

В настоящее время происходит увеличение посадки новых сортов винограда с устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам окружающей

среды. В ягодах данных сортов содержится большое количество биополимеров, одним из которых являются пектиновые вещества, содержание которых может достигать 1,0 и более % по сравнению с другими сортами, в которых накапливается от 0,5 до 2,0 г/дм<sup>3</sup> [1, 2]. Одна из причин их высокого накопления может

быть связана с их физиологической функцией обеспечения механической прочности и пластичности растений для образования барьера от внешней среды и контроля движения воды и жидкостей через быстро растущие части растения [3].

Различные ученые указывают на то, что высокие концентрации компонентов пектинового комплекса препятствуют осветлению сусла и обработке вино-материалов [4]. Обладая коллоидными свойствами, пектиновые вещества затрудняют осветление и фильтрацию виноградного сусла, а также в процессе их деметилирования в виноматериалах увеличивается содержание метилового спирта [5]. Для разрушения пектинового комплекса в виноделии традиционно используют пектолитические ферменты, в результате действия которых происходит гидролиз пектина, и он теряет свои коллоидные свойства, при этом снижается вязкость сусла и ускоряется его осветление [6]. Одним из основных ферментов, разрушающих пектин, является эндополигалактуроназа (К.Ф. 3.2.1.15), которая проводит гидролиз 1,4- $\alpha$ -гликозидной связи.

Однако представленные на рынке ферментные препараты пектолитического действия, которые обычно получают путем культивирования плесневых грибов *Aspergillus* spp. и *Trichoderma* spp. помимо пектиназ содержат ряд побочных ферментов, например, протеиназы и эстеразы [7, 8]. Различными авторами было показано влияние протеиназ на стабильность виноматериалов и возможность образования помутнений в готовых виноматериалах [9, 10]. Негативное влияние эстераз, в первую очередь, обусловлено активностью циннамолэстераз (ферулол и р-кумарол эстеразы), активность которых направлена на высвобождение гидроксидинамолуовой кислоты из ее эфиров [11], что может приводить к возникновению посторонних тонов в аромате вин [12–14]. Также действие данных ферментов может приводить к увеличению содержания р-кумаровой и ферруловой кислот в виноматериалах [15]. Помимо плесневых дрожжей известно более 30 различных родов микроорганизмов, способных к синтезу пектиназ, среди которых последнее десятилетие активно изучаются следующие роды: *Erwinia*, *Bacillus*, *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* и *Rhizopus* [16].

Для виноделия наибольший интерес представляют традиционно используемые дрожжи родов *Saccharomyces* и *Kluyveromyces*, изучение способности которых к синтезу внеклеточной эндополигалактуроназы проводилось отечественными и зарубежными учеными [17]. Большинство штаммов дрожжей рода *Saccharomyces*, применяемые в виноделии, не обладают способностью к синтезу данного фермента, хотя эта особенность встречается у отдельных штаммов [18–20]. Исследование пектиназной активности дрожжей, принадлежащих к роду *Kluyveromyces*, показало их высокую способность к синтезу внеклеточной эндополигалактуроназы и отсутствие других побочных ферментов [21–26]. Это позволяет отнести данные дрожжи к наиболее перспективным продуцентам при применении их в виноделии.

При производстве ферментных препаратов важным фактором является выбор продуцента и условий культивирования, которые в значительной степени влияют на количество синтезируемого фермента. Отечественными учеными была выделена и охарактеризована эндополигалактуроназа двух штаммов дрожжей *Kluyveromyces marxianus*: ВКМ-У-480 [27] и штамма 54 с оптимумом температуры 45 °С и величины рН – 5,2. Нгуен Л.А. была разработана технология получения эндополигалактуроназы на молочной сыворотке с использованием штамма дрожжей *K. marxianus* ВКМ-У-848. В продолжение исследований Покровский А.В. предложил использование виноградного сусла в качестве питательной среды и применение полученного препарата для стабилизации крепленых вин. Дальнейшее развитие исследований позволило выявить влияние различных добавок в питательную среду для повышения количества синтезируемого фермента. Таким образом, исследование способности дрожжей к синтезу эндополигалактуроназы и селекция новых высокопроизводительных штаммов представляет особый интерес.

**Цель работы** – поиск и селекция штамма-продуцента эндополигалактуроназы и оптимизация условий его культивирования для получения максимального выхода фермента и применения его в виноделии.

#### **Материалы и методы исследования**

Штаммы дрожжей вида *Kluyveromyces marxianus* III-74, III-76, III-358, III-359, III-360, III-361, III-362, III-363 взяты из коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач» (КМВ «Магарач»), активность эндополигалактуроназы у данных штаммов была определена ранее [28]. Для определения активности фермента дрожжи культивировали при (30±1) °С в течение 5 суток на виноградном сусле (массовая концентрация сахаров – 200 г/л, рН – 3,4) и на синтетической среде YPD (г/л: глюкоза – 20, пептон – 20, дрожжевой экстракт – 10, величина рН – 5,0), затем производили измерение активности эндополигалактуроназы вискозиметрическим методом по ГОСТ 55298-2012. Для дальнейших исследований и селекционной работы отбирали штаммы с максимальной ферментативной активностью при росте на виноградном сусле.

Селекцию дрожжей проводили следующим методом: исходный штамм петель рассевали на чашки Петри с агаризованным виноградным суслом (массовая концентрация сахаров 200 г/л, рН 3,4) и культивировали при (30±1)°С в течение 3-5 сут. до появления на поверхности среды сформированных отдельных колоний. Двести однородных по морфологии колоний отбирали в пробирки с пастеризованным виноградным суслом и культивировали при температуре (30±0,5)°С до 5 сут. Отбирали пробирки с активным ростом изолятов и определяли в среде культивирования активность эндополигалактуроназы при величине рН 5,0. Для изолятов с наиболее высоким уровнем активности фермента (по сравнению с активностью исходного штамма) определяли активность эндополигалактуроназы с использованием ацетатных буфе-

ров при величине рН 3,5 и 3,0.

Видовую принадлежность изолятов дрожжей рода *Kluyveromyces* подтверждали методом ПЦР-ПДРФ [29]. Амплификацию участка ДНК ITS1-ITS4 осуществляли с помощью праймеров ITS 1 (5' – TCC GTA GGT GAA CCT GCG G – 3') и ITS4 (5' – TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC – 3'). ПЦР проводили в 25 мкл буфера, содержащего 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 10 мкМ dNTP смеси, 100 пМ каждого праймера, 0,5 единицы Taq-полимеразы («Синтол», Россия) и 1 мкл ДНК по следующей схеме: начальная денатурация ДНК при 95 °С в течение 5 мин., затем 35 циклов в следующем режиме: денатурация при 94°С – 60 с, отжиг праймеров при 55,5°С – 2 мин., синтез ДНК при 72 °С – 2 мин.; конечная достройка при 72°С – 10 мин. Продукты амплификации подвергали рестрикции с помощью рестриктаз *Asp*LE I, *Hae* III и *Hinf*I по инструкции фирмы-производителя. Продукты рестрикции подвергали электрофорезу в агарозном геле с массовой концентрацией агарозы 1 г/100 мл при 60–65 В в 1,0×ТАЕ буфере (45 mM Трис, 1мМ ЭДТА, 45 mM ледяная уксусная кислота, рН 7,6) в течение 2–3 ч. Гель окрашивали бромистым этидием, промывали в дистиллированной воде и визуализировали в ультрафиолетовом свете на трансиллюминаторе УВТ-1 (Биоком). В качестве маркера молекулярных весов использовали 100b DNA Ladder (Fermentas, Литва). По набору рестрикционных фрагментов относили штамм к соответствующему виду.

Данные экспериментов обрабатывали согласно общепринятым методам математической статистики. Вычисление парных корреляций между показателями и определение критерия Тьюки осуществляли с использованием программного пакета IBM SPSS Statistics (v 17.0).

### Результаты и их обсуждение

Анализ эндополигалактуроназной активности отобранных штаммов дрожжей на виноградном сусле и среде YPD представлен на рис. 1. Все штаммы при

культивировании на виноградном сусле (рН 3,4) снизили свою активность по сравнению со средой YPD (рН 5,0) на 4,0–28,5 %. Это может быть связано с тем, что все отобранные штаммы первоначально были выделены из экологических природных ниш, не относящихся к виноделию. В то же время, дрожжи рода *Kluyveromyces* могут присутствовать на винограде, что определяется их способностью развиваться в широком диапазоне значений рН среды культивирования – от 3,0 до 8,0. При этом максимум активности фермент проявляет при значениях рН, близких к 5,0 [17].

Минимальным расхождением по количеству накапливаемого фермента при культивировании на среде YPD и виноградном сусле характеризовался штамм дрожжей *K. marxianus* № III-358. Кроме того, он отличался максимальной активностью фермента (1253,7 ед.) при культивировании на виноградном сусле с рН 3,4. Это позволило выбрать данный штамм для дальнейшей селекционной работы.

С отобранным штаммом была проведена селекционная работа, в результате которой было отобрано 10 изолятов с активностью фермента от 1495,6 до 1521,5 ед., что превышало активность исходного штамма на 19–21 %. Для данных изолятов было проведено генетическое исследование их видовой принадлежности, в результате которого все они были отнесены к виду *K. marxianus* (рис. 2).

Изучение активности фермента на субстратах со значениями рН 3,0 и 3,5 по сравнению с 5,0 показало, что для всех 10 штаммов наблюдается снижение активности эндополигалактуроназы при снижении значения рН субстрата. Так, при величине рН 3,5 снижение активности по сравнению с оптимальными условиями (значение рН 5,0) составило 58,6–62,0 %, а при значении рН 3,0 – от 72,4 до 75,8 % в зависимости от штамма (табл. 1) Такое снижение активности может быть объяснено тем, что оптимальная активная кислотность среды для работы фермента находится в диапазоне 4,8–5,0 [30], а виноградное сусло имеет

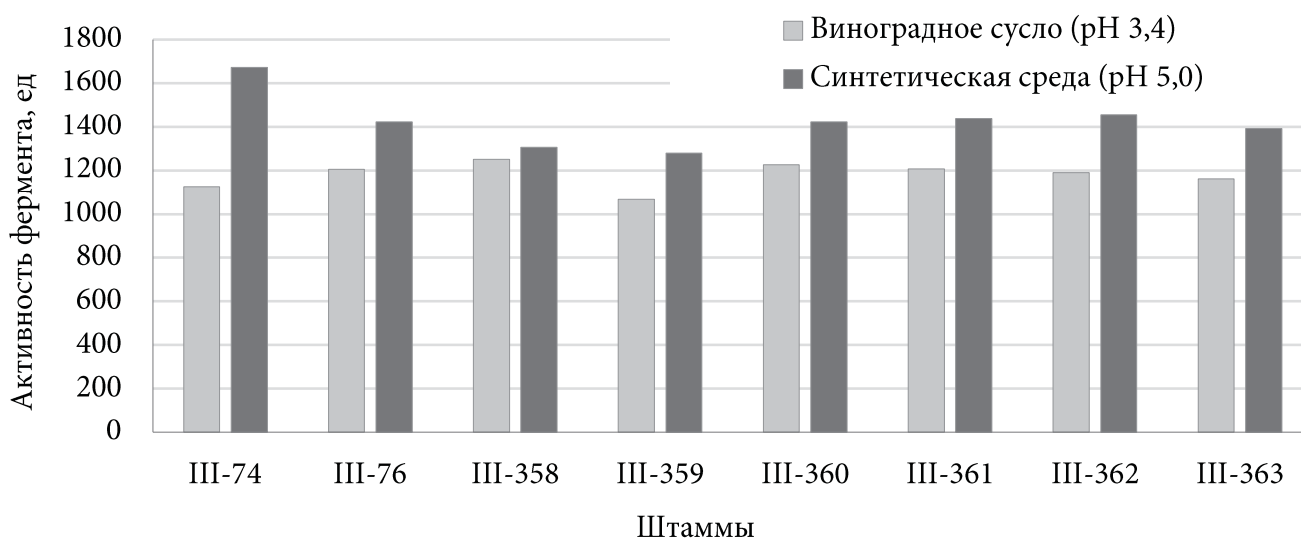
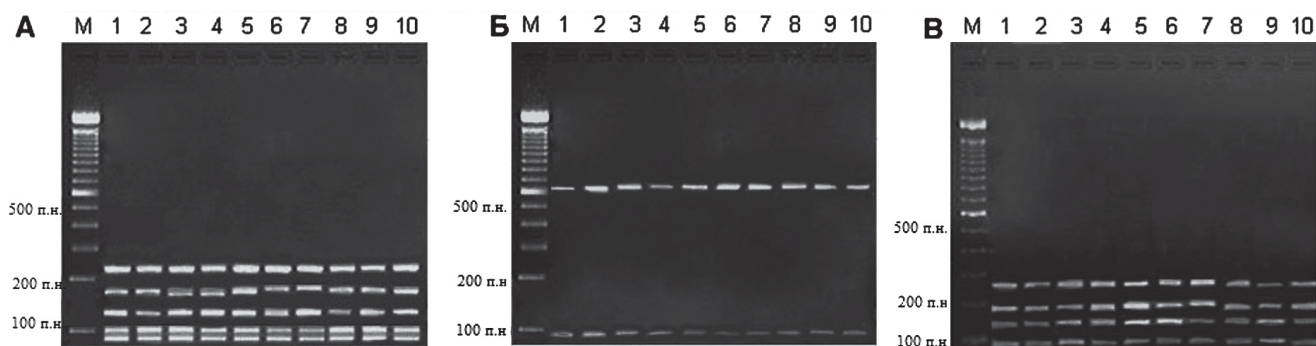


Рис. 1. Эндополигалактуроназная активность штаммов рода *Kluyveromyces* в зависимости от условий культивирования

Fig. 1. Endopolygalacturonase activity of strains of yeast genus *Kluyveromyces* depending on cultivation conditions



**Рис. 2.** Электрофорез в агарозном геле продуктов рестрикции фрагмента ITS1-ITS4 рестриктазами *AspLE I* (А), *Hae III* (Б) и *Hinf I* (В). М – маркер молекулярной массы 1000 п.н.; изоляты 1 – III-358-15, 2 – III-358-17, 3 – III-358-24, 4 – III-358-35, 5 – III-358-51, 6 – III-358-60, 7 – III-358-75, 8 – III-358-77, 9 – III-358-78, 10 – III-358-90

**Fig. 2.** Electrophoresis in agarose gel of restriction products of ITS1-ITS4 fragment with the restriction enzymes *AspLE I* (A), *Hae III* (B) and *Hinf I* (C). М – molecular weight marker 1000 bp; isolates 1 – III-358-15, 2 – III-358-17, 3 – III-358-24, 4 – III-358-35, 5 – III-358-51, 6 – III-358-60, 7 – III-358-75, 8 – III-358-77, 9 – III-358-78, 10 – III-358-90

**Таблица 1.** Активность эндополигалактуроназы в зависимости от величины рН субстрата

**Table 1.** Endopolygalacturonase activity depending on the pH value of substrate

Изолят	Ферментативная активность (ед) и ее снижение (%) при рН субстрата				
	рН 3,0	Δ1, %	рН 3,5	Δ2, %	рН 5,0 (контроль)
III-358-15	368,4	75,8	586,7	61,4	1520,9
III-358-17	380,5	74,8	595,4	60,6	1510,5
III-358-24	371,9	75,2	581,0	61,2	1498,8
III-358-35	414,9	72,4	597,7	60,2	1502,3
III-358-51	402,1	73,3	623,2	58,6	1505,6
III-358-60	413,3	72,9	629,8	58,7	1523,8
III-358-75	377,6	74,8	573,3	61,8	1500,4
III-358-77	401,5	73,3	593,1	60,6	1506,4
III-358-78	408,6	72,9	572,5	62,0	1508,5
III-358-90	410,8	72,7	611,2	59,4	1504,9

**Таблица 2.** Паспортные данные селекционного штамма № III-407

**Table 2.** Passport data of the selection strain No. III-407

Параметр	Описание
Наименование культуры	III-407
Вид	<i>Kluyveromyces marxianus</i>
Происхождение	селекционный
Способ получения	улучшающая селекция на виноградном сусле штамма III-358 (КМВ «Магарач»)
Место получения	лаборатория микробиологии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»
Морфологические свойства: форма и размер клеток	клетки эллипсоидальные, размеры 2–6 мкм в ширину и 5–11 мкм в длину, встречаются скопления по 2–3 клетки, при спорообразовании образует аски с 1–4 спорами, форма спор: сферическая и эллипсоидальная
Технологические свойства	синтезирует внеклеточную эндополигалактуроназу
Область применения	получение внеклеточной эндополигалактуроназы для применения на стадии обработки виноградного сусла из сортов винограда с высоким содержанием пектина, снижения вязкости и обеспечения лучшего выхода сусла
Условия поддержания	хранение при температуре (8±2) °С на виноградном сусле; периодичность пересевов – 1 раз в 9 мес.; хранение при минус 86 °С на среде YPD с 30 % глицерина
Авторы	Шаламитский М.Ю., Танашук Т.Н., Иванова Е.В. – лаборатория микробиологии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», г. Ялта

более низкие значения рН 3,0–3,5.

Для выбора наиболее перспективного штамма-продуцента нами была проведена математическая обработка данных с применением однофакторного дисперсионного анализа и критерия Тьюки (данные не представлены), что позволило отобрать штамм № III-358-60. У данного штамма снижение активности фермента меньше зависела от снижения значения рН по сравнению с другими исследованными штаммами и составляла 413,8 ед. и 628,3 ед. при величинах рН 3,0–3,5 соответственно.

По результатам проведенных исследований штамм № III-358-60 депонирован в КМВ «Магарач» под номером III-407. Фенотипические и биохимические свойства нового селекционного штамма – продуцента эндополигалактуроназы представлены в табл. 2.

## Выводы

Проведенная работа по отбору и селекции штамма-продуцента эндополигалактуроназы позволила получить перспективный штамм, представляющий интерес для виноделия. Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию режимов культивирования и условий применения получаемого фермента для обработки виноградного сусла.

## Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FEUU-2019-0008.

## Financing source

The study was conducted under public assignment No. FEUU-2019-0008.

## Конфликт интересов

Не заявлен.

## Conflict of interests

Not declared.

## Список литературы

1. Бареева Н.Н., Донченко Л.В. Оценка сортов винограда нового поколения как сырья для комплексной переработки // Научный журнал КубГАУ. 2006;18:23-30.
2. Мелконян М.В., Студенникова Н.Л., Рачинская А.И., Рошка Н.А. Содержание биополимеров в зрелых ягодах винограда в условиях южного берега Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2000;3:13-15.
3. Leclere L., Van Cutsem P., Michiels C. Anti-cancer activities of pH-or heat-modified pectin. *Front Pharmacol.* 2013;4:128. DOI 10.3389/fphar.2013.00128.
4. Нилов В.И., Скурихин И.М. Химия виноделия. М.: Пищевая промышленность. 1967:1-442.
5. Arcanjo N.M.O., Oliveira M.E.S., Araujo I.B.S., Silva F.L.H., Madruga M.S. Red wine produced from the Isabella and Ives cultivar (*Vitis labrusca*): profile of volatiles and aroma descriptors. *Food Science and Technology.* 2018;38(4):271-279. DOI 10.1590/1678-457x.04717.
6. Sakai T. Degradation of pectins. *Microbial Degradation of Natural Products.* Eds. Winklemann G. New York: VHC Publishers. 1992:57-81.
7. Fia G., Canuti V., Rosi I. Evaluation of potential side activities of commercial enzyme preparations used in winemaking. *International Journal of Food Science & Technology.* 2014;49(8):1902-1911. DOI 10.1111/ijfs.12508.
8. Guérin L., Sutter D.H., Demois A., Chereau M., Trandafir G. Determination of activity profiles of the main commercial enzyme preparations used in winemaking. *Am. J. Enol. Vitic.* 2009;60(3):322-331. DOI 10.5344/ajev.2009.60.3.322.
9. Bakalinsky A.T., Boulton R.B. The study of an immobilized acid protease for the treatment of wine proteins. *American Journal of Enology and Viticulture.* 1985;36:23-29. DOI 10.5344/ajev.1985.36.1.23.
10. Waters E.J., Wallace W., Williams P.J. Identification of heat-unstable wine proteins and their resistance to peptidase. *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* 1992;40:1514-1519. DOI:10.1021/jf00021a008.
11. Topakas E., Vafiadi C., Christakopoulos P. Microbial production, characterization and application of feruloyl esterases. *Process Biochemistry.* 2007;42:497-509. DOI 10.1016/j.procbio.2007.01.007.
12. Dugelay I., Günata Z., Sapis J.C., Baumes R., Bayonove C. Role of cinnamoyl esterase activities from enzyme preparations on the formation of volatile phenols during winemaking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 1993;41:2092-2096. DOI 10.1021/jf00035a051.
13. Gerbaux V., Vincent B., Bertrand A. Influence of maceration temperature and enzymes on the content of volatile phenols in Pinot noir wines. *American Journal of Enology and Viticulture.* 2002;53:131-137. DOI 10.5344/ajev.2002.53.2.131.
14. Kheir J., Salameh D., Strehaiano P., Brandam C., Lteif R. Impact of volatile phenols and their precursors on wine quality and control measure of *Brettanomyces/Dekkera* yeasts. *European Food Research and Technology.* 2013;237:655-671. DOI 10.1007/s00217-013-2036-4.
15. Barbe C., Dubourdiou D. Characterisation and purification of a cinnamate esterase from *Aspergillus niger* industrial pectinase preparation. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 1998;78:471-478. DOI 10.1002/(SICI)1097-0010(199812)78:4<471::AID-JSFA141>3.0.CO;2-0.
16. Favela-Torres E., Volke-Sepúlveda T., Viniegra-González G. Hydrolytic depolymerising pectinases. *Food Technology and Biotechnology.* 2005;44(2):221-227.
17. Wimborne M.P., Rickard P.A.D. Pectinolytic activity of *Saccharomyces fragilis* cultured in controlled environments. *Biotechnology and Bioengineering.* 1978;20(2):231-242. DOI 10.1002/bit.260200206.
18. McKay A.M. Degradation of polygalacturonic acid by *Saccharomyces cerevisiae*. *Lett. Appl. Microbiol.* 1990;11:41-44. DOI 10.1111/j.1472-765X.1990.tb00132.x.
19. Blanco P., Sieiro C., Diaz A., Villa T.G. Production and partial characterization of an endopolygalacturonase from *Saccharomyces cerevisiae*. *Can. J. Microbiol.* 1994;40:974-977. DOI 10.1139/m94-155.
20. Gainvors A., Fre'zier V., Lemaesquier H., Lequart C., Aigle M., Belarbi A. Detection of polygalacturonase, pectinlyase and pectin-esterase activities in a *Saccharomyces cerevisiae* strain. *Yeast.* 1994;10:1311-1319. DOI 10.1002/yea.320101008.
21. Espinoza P., Barzana E., Garcia-Garibay M., Gomez-Ruiz L. Evaluation of *Kluyveromyces marxianus* for the production of lactase simultaneously to pectinase orinulinase. *Biotechnol. Lett.* 1992;14:1053-1058.
22. Fonseca G.G., Heinzle E., Wittmann C., Gombert A.K. The yeast *Kluyveromyces marxianus* and its biotechnological potential. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 2008;79:339-354. DOI 10.1007/s00253-008-1458-6.
23. Perez-Brito D., Tapia-Tussell R., Quijano-Ramayo A., Larqué-Saavedra A., Lappe-Oliveras P. Molecular characterization of *Kluyveromyces marxianus* strains isolated from *Agave fourcroydes* (Lem.) in Yucatan, Mexico. *Molecular Biotechnology.* 2007;37:181-186. DOI 10.1007/s12033-007-0036-y.
24. Martínez-Corona R., Gonzalez-Hernandez J.C., Radames-Trejo V., Cortes-Penagos C., Chavez-Parga M.C., Zamudio-Jaramillo M.A. Effect of initial substrate concentration and agitation on xylitol production by fermentation of hydrolyzed tamarind seed media with *Kluyveromyces marxianus*. *Revista Mexicana de Ingenieria Quimica.* 2015;14:393-403.
25. Alimardani-Theuil P., Gainvors-Claisse A., Duchiron F. Yeasts: An attractive source of pectinases – from gene expression to potential applications: A review. *Process Biochemistry.* 2011;46:1525-1537.
26. Gomez-Ruiz L., Garcia-Garibay M., Barzana E. Utilization of endo-polygalacturonase from *Kluyveromyces fragilis* in the clarification of apple juice. *Journal of Food Science.*

- 1988;53:1236-1240.
27. Егоров Н.С., Датунашвили Е.Н., Ландау Н.С. Свойства полигалактуроназы дрожжей *Fabospora macedomensis* ВКМУ-480. Биологические науки. 1983;8:35-39.
28. Шаламитский М.Ю. Исследование эндо-полигалактуроназной активности разных видов дрожжей // Инновации в науке. 2014;37:35-41.
29. Pham T., Wimalasena T., Vox W.G., Koivuranta K., Storgårds E., Smart K.A., Gibson B.R. Evaluation of ITS PCR and RFLP for differentiation and identification of brewing yeast and brewery 'wild' yeast contaminants. Journal Institute of Brewing. 2011;117(4):556-568. DOI 10.1002/j.2050-0416.2011.tb00504.x.
30. Sieiro C., Sestelo A.B.F., Villa T.G. Cloning, characterization, and functional analysis of the EPG1-2 gene: a new allele coding for an endopolygalacturonase in *Kluyveromyces marxianus*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009;57(19):8921-8926. DOI 10.1021/jf900352q.
- ### References
- Bareyeva N.N., Donchenko L.V. Assessment of new generation grape varieties as raw materials for complex processing. Scientific Journal of KubSAU. 2006;18:23-30 (in Russian).
  - Melkonjan M.V., Studennikova N.L., Rachinskaja A.I., Roshka N.A. Content of biopolymers in mature grape berries at conditions of the South coast of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2000;3:13-15 (in Russian).
  - Leclere L., Van Cutsem P., Michiels C. Anti-cancer activities of pH-or heat-modified pectin. Front Pharmacol. 2013;4:128. DOI 10.3389/fphar.2013.00128.
  - Nilov V.I., Skurikhin I.M. Chemistry of winemaking. M.: Food industry. 1967:1-442 (in Russian).
  - Arcanjo N.M.O., Oliveira M.E.S., Araujo I.B.S., Silva F.L.H., Madruga M.S. Red wine produced from the Isabella and Ives cultivar (*Vitis labrusca*): profile of volatiles and aroma descriptors. Food Science and Technology. 2018;38(4):271-279. DOI 10.1590/1678-457x.04717.
  - Sakai T. Degradation of pectins. Microbial Degradation of Natural Products. Eds. Winklemann G. New York: VHC Publishers. 1992:57-81.
  - Fia G., Canuti V., Rosi I. Evaluation of potential side activities of commercial enzyme preparations used in winemaking. International Journal of Food Science & Technology. 2014;49(8):1902-1911. DOI 10.1111/ijfs.12508.
  - Guérin L., Sutter D.H., Demois A., Chereau M., Trandafir G. Determination of activity profiles of the main commercial enzyme preparations used in winemaking. Am. J. Enol. Vitic. 2009;60(3):322-331. DOI 10.5344/ajev.2009.60.3.322.
  - Bakalinsky A.T., Boulton R.B. The study of an immobilized acid protease for the treatment of wine proteins. American Journal of Enology and Viticulture. 1985;36:23-29. DOI 10.5344/ajev.1985.36.1.23.
  - Waters E.J., Wallace W., Williams P.J. Identification of heat-unstable wine proteins and their resistance to peptidase. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 1992;40:1514-1519. DOI:10.1021/jf00021a008.
  - Topakas E., Vafiadi C., Christakopoulos P. Microbial production, characterization and application of feruloyl esterases. Process Biochemistry. 2007;42:497-509. DOI 10.1016/j.procbio.2007.01.007.
  - Dugelay I., Günata Z., Sapis J.C., Baumes R., Bayonove C. Role of cinnamoyl esterase activities from enzyme preparations on the formation of volatile phenols during winemaking. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1993;41:2092-2096. DOI 10.1021/jf00035a051.
  - Gerbaux V., Vincent B., Bertrand A. Influence of maceration temperature and enzymes on the content of volatile phenols in Pinot noir wines. American Journal of Enology and Viticulture. 2002;53:131-137. DOI 10.5344/ajev.2002.53.2.131.
  - Kheir J., Salameh D., Strehaiano P., Brandam C., Lteif R. Impact of volatile phenols and their precursors on wine quality and control measure of *Brettanomyces/Dekkera* yeasts. European Food Research and Technology. 2013;237:655-671. DOI 10.1007/s00217-013-2036-4.
  - Barbe C., Dubourdiou D. Characterisation and purification of a cinnamate esterase from *Aspergillus niger* industrial pectinase preparation. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1998;78:471-478. DOI 10.1002/(SICI)1097-0010(199812)78:4<471::AID-JSFA141>3.0.CO;2-0.
  - Favela-Torres E., Volke-Sepúlveda T., Viniestra-González G. Hydrolytic depolymerising pectinases. Food Technology and Biotechnology. 2005;44(2):221-227.
  - Wimborne M.P., Rickard P.A.D. Pectinolytic activity of *Saccharomyces fragilis* cultured in controlled environments. Biotechnology and Bioengineering. 1978;20(2):231-242. DOI 10.1002/bit.260200206.
  - McKay A.M. Degradation of polygalacturonic acid by *Saccharomyces cerevisiae*. Lett. Appl. Microbiol. 1990;11:41-44. DOI 10.1111/j.1472-765X.1990.tb00132.x.
  - Blanco P., Sieiro C., Diaz A., Villa T.G. Production and partial characterization of an endopolygalacturonase from *Saccharomyces cerevisiae*. Can. J. Microbiol. 1994;40:974-977. DOI 10.1139/m94-155.
  - Gainvors A., Fre'zier V., Lemaesquier H., Lequart C., Aigle M., Belarbi A. Detection of polygalacturonase, pectinlyase and pectin-esterase activities in a *Saccharomyces cerevisiae* strain. Yeast. 1994;10:1311-1319. DOI 10.1002/yea.320101008.
  - Espinoza P., Barzana E., Garcia-Garibay M., Gomez-Ruiz L. Evaluation of *Kluyveromyces marxianus* for the production of lactase simultaneously with pectinase orinulinase. Biotechnol. Lett. 1992;14:1053-1058.
  - Fonseca G.G., Heinzle E., Wittmann C., Gombert A.K. The yeast *Kluyveromyces marxianus* and its biotechnological potential. Applied Microbiology and Biotechnology. 2008;79:339-354. DOI 10.1007/s00253-008-1458-6.
  - Perez-Brito D., Tapia-Tussell R., Quijano-Ramayo A., Larqué-Saavedra A., Lappe-Oliveras P. Molecular characterization of *Kluyveromyces marxianus* strains isolated from Agave fourcroydes (Lem.) in Yucatan, Mexico. Molecular Biotechnology. 2007;37:181-186. DOI 10.1007/s12033-007-0036-y.
  - Martínez-Corona R., Gonzalez-Hernandez J.C., Radames-Trejo V., Cortes-Penagos C., Chavez-Parga M.C., Zamudio-Jaramillo M.A. Effect of initial substrate concentration and agitation on xylitol production by fermentation of hydrolyzed tamarind seed media with *Kluyveromyces marxianus*. Revista Mexicana de Ingenieria Quimica. 2015;14:393-403.
  - Alimardani-Theuil P., Gainvors-Claisse A., Duchiron F. Yeasts: An attractive source of pectinases - from gene expression to potential applications: A review. Process Biochemistry. 2011;46:1525-1537.
  - Gomez-Ruiz L., Garcia-Garibay M., Barzana E. Utilization of endo-polygalacturonase from *Kluyveromyces fragilis* in the clarification of apple juice. Journal of Food Science. 1988;53:1236-1240.
  - Egorov N.S., Datunashvili E.N., Landau N.S. Properties

- of polygalacturonase of the yeast *Fabospora macedomensis* BKMY-480. Biological Sciences. 1983;8:35-39 (in Russian).
28. Shalamitskiy M. Yu. Studying endo-polygalacturonase activity of various yeast species. Innovation in Science. 2014;37:35-41 (in Russian).
29. Pham T., Wimalasena T., Box W.G., Koivuranta K., Storgårds E., Smart K.A., Gibson B.R. Evaluation of ITS PCR and RFLP for differentiation and identification of brewing yeast and brewery 'wild' yeast contaminants. Journal Institute of Brewing. 2011;117(4):556-568. DOI 10.1002/j.2050-0416.2011.tb00504.x.
30. Sieiro C., Sestelo A.B.F., Villa T.G. Cloning, characterization, and functional analysis of the EPG1-2 gene: a new allele coding for an endopolygalacturonase in *Kluyveromyces marxianus*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009;57(19):8921-8926. DOI 10.1021/jf900352q.

---

### Информация об авторах

**Максим Юрьевич Шаламитский**, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории микробиологии; e-mail: mshalamitskiy@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-5888-6228>;

**Татьяна Николаевна Танащук**, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории микробиологии; e-mail: magarach\_microbiol.lab@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7847-1246>;

**Иванова Елена Владимировна**, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории микробиологии; e-mail: lenochka\_ivanova\_58@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5989-6604>;

**Виктор Афанасьевич Загоруйко**, д-р техн. наук, член-корр. НААН, гл. науч. сотр., зав. лабораторией коньяка; e-mail: vikzag51@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1350-7551>.

### Information about authors

**Maksim Yu. Shalamitskiy**, Cand. Tech. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Microbiology; e-mail: mshalamitskiy@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-5888-6228>;

**Tatiana N. Tanashchuk**, Cand. Tech. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Microbiology; e-mail: magarach\_microbiol.lab@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7847-1246>;

**Elena V. Ivanova**, Cand. Tech. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Microbiology; e-mail: lenochka\_ivanova\_58@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5989-6604>;

**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>.

Статья поступила 14.08.2023, одобрена после рецензии 21.08.2023, принята к публикации 21.08.2023.

## Сравнительная характеристика виноматериалов из белых сортов винограда, выращенного в различных виноградо-винодельческих районах Крыма

Аникина Н.С.<sup>✉</sup>, Гержилова В.Г., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Слатья Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А.

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

<sup>✉</sup>hv26@magarach-institut.ru

**Аннотация.** Новейшие технологические решения, изменение климата и развивающиеся модели спроса вынуждают производителей подтверждать региональную и сортовую самобытность своей продукции. Одним из основных аспектов эффективного взаимодействия производитель – потребитель является гарантия подлинности вина, что требует совершенствования системы его аутентификации. Цель исследования – систематизация данных, характеризующих виноматериалы из белых сортов винограда различных виноградо-винодельческих районов Крыма. Исследования проводили в период 2017-2022 гг. на образцах винограда белых сортов (Алиготе, Мускат белый, Ркацители, Рислинг рейнский, Совиньон блан, Шардоне) и выработанных из них виноматериалах в виноградо-винодельческих районах Крыма: 06. Западный возвышенно-степной; 08. Крымский западно-приморский предгорный; 12. Южный берег Крыма. Всего в работе было использовано 38 партий винограда и 48 образцов виноматериалов. В исследуемых образцах винограда и виноматериалов были определены массовые концентрации сахаров, титруемых и органических кислот, объемная доля этилового спирта; электропроводность, буферная емкость и величина pH; рассчитаны глюкоацидиметрический показатель и показатели технической зрелости винограда, глюкозо-фруктозный индекс, соотношение винной и яблочной кислот, гидротермический коэффициент Селянинова, гелиотермический индекс Хуглина, тепловой индекс Уинклера. Установлено, что изучаемые виноградо-винодельческие районы Крыма характеризуются достаточно высокой теплообеспеченностью и недостаточным увлажнением. Показана динамика содержания органических кислот, буферной емкости и электропроводности в системе «виноград – вино». Обобщение результатов проведенных исследований представлено в виде диапазонов варьирования ряда показателей, определенных нами как зональные. В дальнейших исследованиях перечень показателей и их предельные значения будут уточнены.

**Ключевые слова:** климатические индексы; органические кислоты; показатели технической зрелости винограда; глюкозо-фруктозный индекс; буферная емкость; электропроводность; система «виноград – вино».

**Для цитирования:** Аникина Н.С., Гержилова В.Г., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Слатья Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А. Сравнительная характеристика виноматериалов из белых сортов винограда, выращенного в различных виноградо-винодельческих районах Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):291-297. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.011.

ORIGINAL RESEARCH

## Comparative characteristics of base wines from white grape varieties grown in various viticultural and winemaking regions of Crimea

Anikina N.S.<sup>✉</sup>, Gerzhikova V.G., Cherviak S.N., Gnilomedova N.V., Vesjutova A.V., Slastia E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A.

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

<sup>✉</sup>hv26@magarach-institut.ru

**Abstract.** The newest technological solutions, climate change and updating demand patterns are forcing producers to confirm the regional and varietal identity of their products. One of the main aspects of effective interaction between producer and consumer is the guarantee of wine authenticity, which requires improving the system of its authentication. The goal of the study is to systematize the data, which characterizes base wines of white grape varieties from various viticultural and winemaking regions of Crimea. The studies were carried out in the period 2017-2022 on samples of white grape varieties ('Aligote', 'Muscat Blanc', 'Rkatsiteli', 'Rhine Riesling', 'Sauvignon Blanc', 'Chardonnay') and base wines produced from them in viticultural and winemaking regions of Crimea: 06. Western Highland-Steppe; 08. Crimean Western Coastal Piedmont; 12. Southern Coast of Crimea. In total, 38 batches of grapes and 48 samples of base wines were used in the work. In the studied samples of grapes and base wines, the mass concentrations of sugars, titratable and organic acids, volume fraction of ethyl alcohol, electrical conductivity, buffer capacity and pH value were determined. The glucoacidimetric index and indicator of technical ripeness of grapes, glucose-fructose index, ratio of tartaric and malic acids, Selyaninov's hydrothermal coefficient, Hugin heliothermal index, and Winkler thermal index were calculated. It was established that the studied viticultural and winemaking regions of Crimea are characterized by a sufficiently high heat supply and insufficient precipitation. The dynamics of the content of organic acids, buffer capacity and electrical conductivity in the system grapes-wine is shown. Summarizing of study results is presented in the form of variation ranges for a number of indicators, which we defined as zonal. In further studies, the list of indicators and their limit values will be specified.

**Key words:** climatic indices; organic acids; indicators of technical ripeness of grapes; glucose-fructose index; buffer capacity; electrical conductivity; grapes-wine system.

**For citation:** Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Cherviak S.N., Gnilomedova N.V., Vesjutova A.V., Slastia E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A. Comparative characteristics of base wines from white grape varieties grown in various viticultural and winemaking regions of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):291-297. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.011 (in Russian).



## Введение

Современный рынок винодельческой продукции постоянно пополняется новыми марками вин, среди которых потребительские предпочтения смещаются в сторону продукции с разнообразным географическим статусом. Новейшие технологические решения, изменение климата и развивающиеся модели спроса вынуждают производителей подтверждать свою региональную и сортовую самобытность. Одним из основных аспектов эффективного взаимодействия производитель – потребитель является гарантия подлинности вина, что требует совершенствования системы его аутентификации [1-3].

Органолептические свойства вин лежат в основе репутации винодельческих предприятий и регионов их производства. Выявление связи между терруаром и типичностью, качеством и подлинностью вин обуславливает необходимость разработки методов классификации продукции по происхождению, сорту или винтажу [4-7].

Производство вина регулируется рядом законодательных актов, разработанных для защиты прав потребителя и производителя. Законы эффективны только в той мере, в которой они исполняются; их соблюдение должно контролироваться методами, позволяющими подтвердить происхождение и подлинность вин из разных регионов, отличающихся климатическими, почвенными, сортовыми, виноградарскими и энологическими особенностями [8-12].

Потенциальные подходы к решению данной проблемы должны удовлетворять ряду критериев, главным из которых является чувствительность метода для точной и безошибочной классификации неаутентичных и аутентичных вин [10, 12].

Определение профиля элементного состава является наиболее подходящим способом идентификации региона происхождения вина, поскольку содержание макро- и микроэлементов, находящихся в почве, обуславливает химический состав винограда и вина [2, 12-14].

В качестве параметрических данных предложены следующие географические маркеры: оптические характеристики [1, 2, 11]; профили органических кислот [15, 16], фенольных [17, 18] и летучих веществ [9]; содержание макро- и микроэлементов [10, 19, 20]; изотопный состав легких и тяжелых элементов [5, 21-24]. Применение хемометрических методов интерпретации результатов обеспечивает получение точной дифференциации происхождения вин и классификации образцов [1, 10-12, 19, 25].

Исследование энохимических и органолептических показателей вин, произведенных в разных географических зонах, сравнительный анализ их качественных и количественных характеристик, основанный на составе катионно-анионного и фенольного комплексов, а также оптических характеристик, может обеспечить более точную оценку терруаров и технологического стиля полученной продукции [17, 27-31].

**Цель исследования** заключается в систематизации данных, характеризующих виноматериалы из

белых сортов винограда различных виноградо-винодельческих районов Крыма.

Продолжены 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 г. [3].

## Объекты и методы исследований

Исследования проводили в период 2017-2022 гг. на образцах винограда белых сортов (Алиготе, Мускат белый, Ркацителли, Рислинг рейнский, Совиньон блан, Шардоне) и выработанных из них виноматериалах.

В качестве исследуемых виноградо-винодельческих районов Крыма выбраны:

- 06. Западный возвышенно-степной (район 06), с. Ромашкино Сакского района;
- 08. Крымский западно-приморский предгорный (район 08), с. Угловое Бахчисарайского района;
- 12. Южный берег Крыма (район 12), пгт Ливадия городского округа Ялта.

В работе применяли систематизацию виноградо-винодельческих районов в соответствии с «Территориальным делением виноградопригодных земель Российской Федерации», утвержденных ФСРО «Ассоциация виноградарей и виноделов России» (<https://rvwa.ru/20220608/59872.html>).

В период промышленного сбора отбирали пробы винограда в количестве не менее 10 кг. Оценку винограда по физико-химическим показателям проводили на свежесобранном сусле.

Всего в работе было использовано 38 партий винограда и 48 образцов виноматериалов.

Переработку винограда проводили в лабораторных условиях *по-белому способу*: прессование винограда с гребнеотделением → отделение мезги → сульфитация сусла (70-75 мг/л общего диоксида серы) → введение дрожжевой разводки (раса 47-К вида *Saccharomyces cerevisiae* из коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач» (КМВ «Магарач»)) → брожение при  $t=18-20^{\circ}\text{C}$  → снятие с дрожжевого осадка → сульфитация (до 200 мг/л общего диоксида серы).

В исследуемых образцах винограда и виноматериалов были определены физико-химические показатели методами технокимического контроля. Исследовали массовую концентрацию: сахаров – ареометрически; титруемых кислот – потенциметрически; органических кислот – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии; объемную долю этилового спирта – ареометрически; электропроводность – кондуктометрически; буферную емкость и величину pH – потенциметрически [33].

Степень зрелости винограда оценивали по глюко-ацетидметрическому показателю (ГАП) и показателю технической зрелости (ПТЗ) [33], глюкозо-фруктозному индексу (ГФИ) [12], соотношению винной и яблочной кислот (В/Я) [6].

Для характеристики влагообеспеченности и теплообеспеченности изучаемых районов определяли

гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) и гелиотермический индекс Хуглина (НІ), тепловой индекс Уинклера (WІ) [33].

Аналитические данные обрабатывали с применением методов математической статистики.

### Результаты и обсуждение

Оценка терруара прежде всего предполагает исследование агроэкологических факторов возделывания винограда. Исследование теплообеспечения виноградо-винодельческих районов по индексу Уинклера (сумма активных температур, превышающих 10°C с 1 апреля до момента сбора урожая, WІ) показало, что по значениям показателя районы располагаются в следующей последовательности (средние данные за 5 лет): 12 (WІ=1756) → 06 (WІ=1748) → 08 (WІ=1650 – данные получены совместно с заведующим сектором агроэкологии Рыбалко Е.А). Полученные данные позволяют отнести изученные районы к регионам с достаточно высоким уровнем теплообеспеченности (диапазон WІ 1670-1940) [34]. По значениям индекса Хуглина (сумма активных температур с 1 апреля до момента сбора урожая, НІ) отмечается следующая последовательность: район 06 (НІ=2244) → район 12 (НІ=2022) → район 08 (НІ=1733). Таким образом, Южный берег Крыма и Западный возвышенно-степной район характеризуются как местности с теплым климатом (НІ более 2100), Крымский западно-приморский предгорный – с прохладным (НІ более 1800) [34].

Значение гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) для всех районов варьировало в среднем в пределах 0,58-0,68, что свидетельствует о недостаточном увлажнении территории (ГТК менее 1) и считается засушливой зоной [33, 34].

Комплексная характеристика агроклиматических условий трех виноградо-винодельческих районов Крыма в исследуемый период находит свое подтверждение в показателях качества винограда белых сортов.

Оценку технической зрелости винограда проводили по базовым характеристикам – содержанию сахаров и титруемых кислот (рис. 1). В исследуемых партиях винограда массовая концентрация сахаров превышала значение массовой концентрации титруемых кислот в 2,7 (район 12) и 3,3 (районы 06 и 08) раза, что выходит за ранее рекомендованные пределы ГАП (1,9-2,7). Полученные результаты можно объяснить климатическими изменениями, вызванными циклическим потеплением на полуострове [32]. Значения ПТЗ в партиях винограда из разных районов находятся на верхнем уровне для производства ординарных и сортовых вин (140-220) [32].

К моменту технической зрелости в

винограде устанавливается определенный баланс глюкозы и фруктозы (для белых сортов ГФИ составляет в среднем 0,95) [11], который зависит от климатических особенностей виноградо-винодельческого района и года урожая (рис. 2). В исследуемых образцах винограда ГФИ варьирует от 0,90 до 0,97 не зависимо от района возделывания.

Соотношение винной и яблочной кислот предлагается использовать для характеристики района произрастания винограда [3, 6]. Наибольшие средние значения данного соотношения установлены для района 06 (4,97), наименьшие – для района 12 (1,79). Крымский западно-приморский предгорный район характеризуется промежуточными значениями соотношения – 2,32.

В ходе спиртового брожения происходит перераспределение в составе органических кислот (рис. 3): появляются молочная (8-12 %) и янтарная (18-20 %) кислоты, несколько увеличивается доля лимонной кислоты (4-5 %). Значительно снижается содержание винной кислоты в виноматериалах: на 45 % из Западного возвышенно-степного района, на 38 % – из Крымского западно-приморского предгорного района, на 28 % – в образцах из Южного берега Крыма. Содержание яблочной кислоты претерпевает существенное изменение: уменьшение в виноматериалах по сравнению с суслом составляет 38 % и 27 % для районов 08 и 12 соответственно, на 8 % – для района 06. Такая дина-

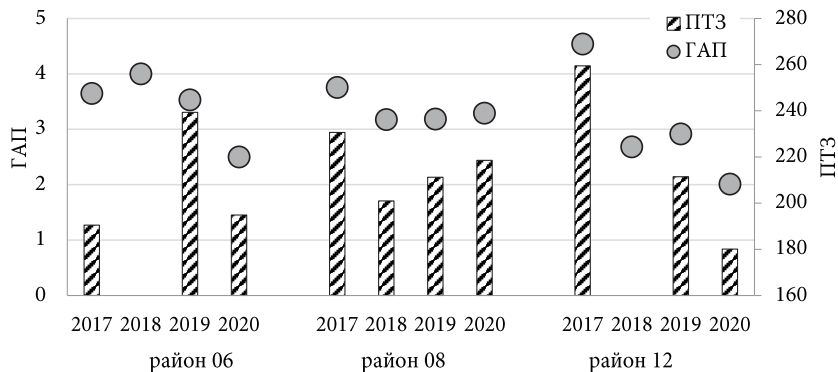


Рис. 1. Качественные показатели винограда белых сортов (средние данные по годам)

Fig. 1. Quality indicators of white grape varieties (average data year-wise)

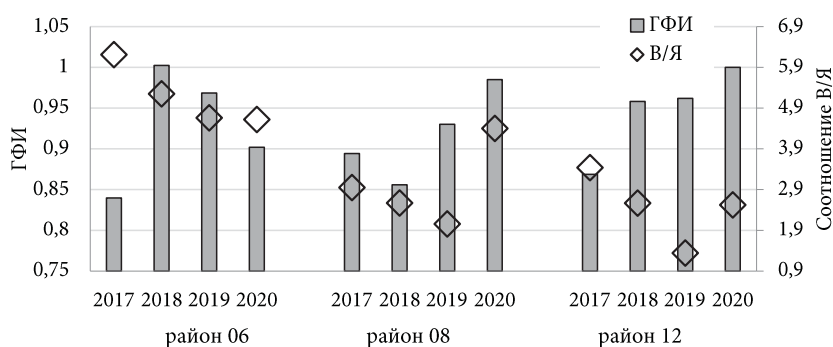
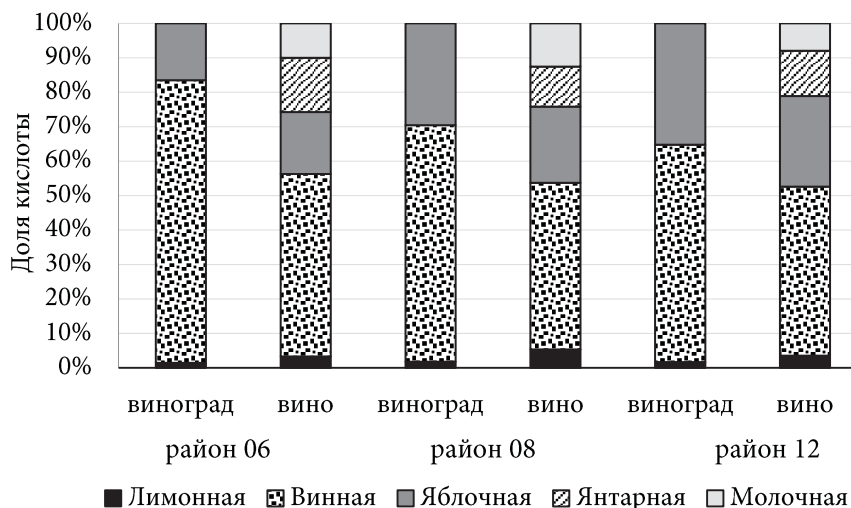


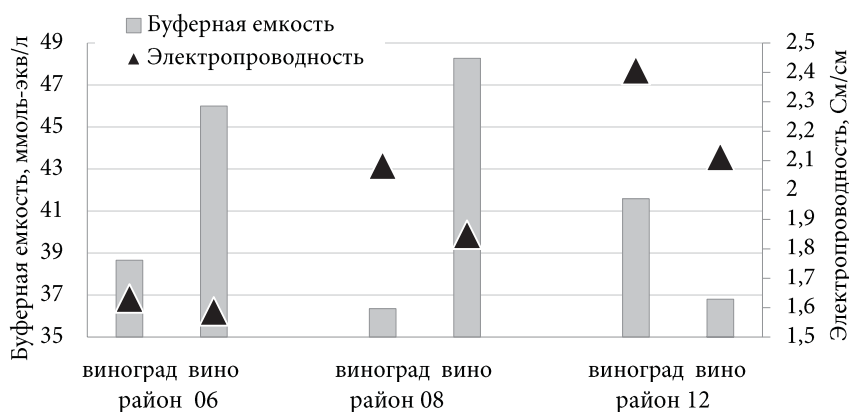
Рис. 2. Качественные показатели винограда белых сортов: расчетные показатели органических кислот и сахаров

Fig. 2. Quality indicators of white grape varieties: calculated indicators of organic acids and sugars



**Рис. 3.** Динамика органических кислот в системе «виноград-вино» (средние данные 2017-2022)

**Fig. 3.** Dynamics of organic acids in the system «grapes-wine» (average data for 2017-2022)



**Рис. 4.** Динамика физико-химических показателей в системе «виноград-вино» (средние данные 2017-2022)

**Fig. 4.** Dynamics of physicochemical indicators in the system «grapes-wine» (average data for 2017-2022)

**Таблица.** Диапазоны зональных показателей виноматериалов из винограда белых сортов (2017-2022 гг.)

**Table.** Ranges of zonal indicators of base wines from white grape varieties (2017-2022)

Диапазон варьирования показателей	Объемная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация титруемых кислот, г/л	Физико-химические характеристики		
			буферная емкость, ммоль-экв/л	электропроводность, См/см	величина рН
06. Западный возвышенно-степной					
среднее	12,8	6,9	38,7	1,6	3,08
максимум	14,5	9,5	46,0	1,7	3,44
минимум	11,0	5,5	32,0	1,4	2,71
08. Крымский западно-приморский предгорный					
среднее	12,2	6,8	36,4	2,1	3,08
максимум	13,5	8,4	44,0	3,4	3,22
минимум	10,4	5,6	29,0	1,5	2,76
12. Южный берег Крыма					
среднее	10,9	8,3	41,6	2,4	3,13
максимум	12,9	12,0	52,0	3,9	3,54
минимум	7,2	6,6	28,0	1,7	2,93

мика органических кислот сказывается на балансе винной и яблочной кислот – снижение значений их соотношения на 40 % установлено в виноматериалах из района 06. В то же время в образцах, приготовленных из винограда других районов, уменьшение показателя В/Я не превышало 6 % по отношению к величине критерия в сусле.

Баланс анионов органических кислот и катионов металлов, являющийся одним из признаков района произрастания винограда [21], определяет значения интегральных показателей, описывающих физико-химические свойства системы сусла и вина – буферной емкости и электропроводности [5]. В результате переработки винограда из виноградо-винодельческих районов 06 и 08 и получения соответствующих виноматериалов установлен рост значений буферной емкости на 19 и 33 % соответственно. При этом в процессе трансформации системы «виноград-виноград-виноград» из Южного берега Крыма отмечено снижение данного показателя на 12 %. Для изучаемых районов свойственна тенденция к понижению значений электропроводности в полученных виноматериалах: на 3 % для района 06, на 11-12 % – для других районов (рис. 4).

Обобщение результатов проведенных исследований виноматериалов, приготовленных из белых сортов винограда, выращенного в трех виноградо-винодельческих районах Крыма, представлено в виде диапазонов варьирования ряда показателей, определенных нами как зональные (табл.). В дальнейших исследованиях перечень показателей и их предельные значения будут уточнены.

Таким образом, Южный берег Крыма, Западный возвышенно-степной и Крымский западно-приморский предгорный виноградо-винодельческие районы Крыма характеризуются как регионы с достаточно высокой теплообеспеченностью и недостаточным увлажнением. Показана динамика содержания органических кислот, буферной емкости и электропроводности в системе «виноград – вино». Получены предварительные значения показателей и их диапазоны, определяющие качество винограда белых сортов, возделываемых в исследуемых районах Крыма, и приготовленных из них виноматериалов. Исследования в данном направлении будут продолжены.

**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**

- Ranaweera R.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;26:4334. DOI 10.3390/molecules26144334.
- Ranaweera R.K.R., Gilmore A.M., Capone D.L., Bastian S.E.P., Jeffery D.W. 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.
- 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.
- Sáenz-Navajas M.P., Jeffery D.W. Perspectives on wines of provenance: Sensory typicality, quality, and authenticity. *ACS Food Sci. Technol*. 2021;6:986-992. DOI 10.1021/acsfoodscitech.1c00128.
- Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Агафонова Н.М., Колеснов А.Ю., Зенина М.А., Цимбалаев С.Р. Контроль подлинности и качества винодельческой продукции. Методические аспекты исследования общих и специфичных показателей винограда Крыма // Контроль качества продукции. 2018;2:51-58.
- Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю. Разработка системы показателей качества и технологических свойств в цепочке «виноград - сушло - виноматериал - вино», дифференцирующей вина Крыма по географическому происхождению // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):250-255. DOI 10.35547/iM.2019.21.3.012.
- Koundouras S. Environmental and viticultural effects on grape composition and wine sensory properties. *Elements*. 2018;14(3):173-178.
- Jackson R.S. Wine science. principles and applications. A volume in food science and technology. Academic Press. 2020;50:1014. DOI 10.1016/c2017-0-04224-6.
- Moehring M.J., Harrington P.B. Analysis of wine and its use in tracing the origin of grape cultivation. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 2021;52(8):1901-1912. DOI 10.1080/10408347.2021.1925082.
- 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.
- Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Gerzhikova V.G. Profile of sugars in a grape-wine system as the identifying indicator of the authenticity of wine products. *Foods and Raw Materials*. 2018;6(1):191-200. DOI 10.21603/2308-4057-2018-1-191-200.
- 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.
- 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.
- Rybalko E.A., 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. *KNE Life Sciences*. Dubai, UAE. 2022;112-124.
- Huang X.Y., Jiang Z.T., Tan J., Li R. Geographical origin traceability of red wines based on chemometric classification via organic acid profiles. *Journal of Food Quality*. 2017;1-7. DOI 10.1155/2017/2038073.
- Остроухова Е.В., Пескова И.В., Погорелов Д.Ю. Профиль органических кислот винограда белых сортов, произрастающих в Крыму // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;56(2):122-132. DOI 10.30679/2219-5335-2019-2-56-122-132.
- 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.
- Leeuwen C., Roby J.P., Rességuier L. Soil-related terroir factors: a review. *OENO One*. 2018;52(2). DOI 10.20870/oeno-one.2018.52.2.2208.
- Gao F., Hao X., Zeng G., Guan L., Wu H., Zhang L. Identification of the geographical origin of Ecolly (*Vitis vinifera* L.) grapes and wines from different Chinese regions by ICP-MS coupled with chemometrics. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2022;105:104248. DOI 10.1016/j.jfca.2021.104248.
- Yamashita G.H., Anzanello M.J., Soares F., Rocha M.K., Fogliatto F.S., Rodrigues N.P. Hierarchical classification of sparkling wine samples according to the country of origin based on the most informative chemical elements. *Food Control*. 2019;106:106737. DOI 10.1016/j.foodcont.2019.106737.
- Kolesnov A., Abramovich R., Zenina M., Tsimbalaev S. Mass-spectrometric study on biological and technogenic fractionation of stable isotopes of light elements in components of C3-plants grown in climatic conditions of modern natural ecosystems. *Springer Geography*. 2020:100-110. DOI 10.1007/978-3-030-16091-3\_13.
- Solovyev P.A., Fauhl-Hassek C., Riedl Ja., Esslinger S., Bontempo L., Camin F. NMR spectroscopy in wine authentication: An official control perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2021;20(2):2040-2062. DOI 10.1111/1541-4337.12700.
- Coldwell B.C., Pérez N.M., Vaca M.C., Pankhurst M.J., Hernández P.A., Rodríguez G.V.M. Strontium isotope systematics of Tenerife wines (Canary Islands): tracing provenance in Ocean Island terroir. *Beverages*. 2022;8(1):9. DOI 10.3390/beverages8010009.
- Kolesnov A., Zenina M., Tsimbalaev S., Tereshenko G., Torshina L., Anikina N., Gnilomedova N., Gerzhikova V., Egorov E., Guguchkina T., Prakh A., Antonenko M. Mass-spectrometric study on <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C carbon and <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O oxygen stable isotopes distributions in grapes and wines from the Black Sea regions: 41st World Congress of Vine and Wine. 41st World Congress of Vine and Wine. 2019.
- Titarenko V.O., Khalafyan A.A., Temerdashev Z.A., Kaunova A.A., Ivanovets E.A. Application of statistical methods for

- classification of varietal and regional origin of white wines. *Inorganic Materials*. 2018;54(14):1435–1442.
26. Griboff J., Horacek M., Wunderlin D.A., Monferrán M.V. Differentiation between Argentine and Austrian red and white wines based on isotopic and multi-elemental composition. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2021;5:657412. DOI 10.3389/fsufs.2021.657412.
27. Антоненко М.В., Гугучкина Т.И., Шелудько О.Н., Антоненко О.П., Семёнова М.Н. Разработка базы данных для оценки подлинности красных вин, произведенных в Краснодарском крае // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2022;77(5):82–91. DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-82-91.
28. Колеснов А., Цимбалаев С., Ивлев В., Васильев В., Ламердонова Ф. Единый аналитический алгоритм идентификации компонентного состава винодельческой продукции // *Вестник Алматинского технологического университета*. 2021;4:58–75. DOI 10.48184/2304-568X-2021-4-58-75.
29. Аникина Н.С., Гержилова В.Г., Жилыкова 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.
30. Шмигельская Н.А., Макаров А.С., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А., Хорошко А.А. Особенности углеводно-кислотного и фенольного комплексов белых аборигенных дагестанских сортов винограда Муни белый и Кешниш тумут // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2023;25(1):65–70. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.009.
31. Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В. А., Белякова О.М., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А. Особенности углеводно-кислотного и фенольного комплексов красных сортов винограда селекции Института «Магарач» // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2021;23(1):61–65. DOI 10.35547/IM.2021.74.24.010.
32. Методы технокимического контроля в виноделии /Под ред. В.Г. Гержиковой. 2-е издание. Симферополь: Таврида, 2009:1–304.
33. Рыбалко Е.А. Климатические индексы в виноградарстве // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2020;22(1):26–28. DOI 10.35547/iM.2020.22.1.005.
34. Вышкваркова Е.В., Рыбалко Е.А. Влияние климата на виноградарство в Севастопольском регионе. Севастополь: ИПТС. 2022:1–125.
- ### References
1. Ranaweera R.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;26:4334. DOI 10.3390/molecules26144334.
2. Ranaweera R.K.R., Gilmore A.M., Capone D.L., Bastian S.E.P., Jeffery D.W. 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. Vasylyk A.V., Ostroukhova E.V., Anikina N.S. Scientific and methodological foundations of the department of winemaking with geographical status in Russia: the main achievements in the way of their implementation. *Scientific Works of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking*. 2019;22:79–88 (in Russian).
4. Sáenz-Navajas M.P., Jeffery D.W. Perspectives on wines of provenance: Sensory typicality, quality, and authenticity. *ACS Food Sci. Technol*. 2021;6:986–992. DOI 10.1021/acsfoodscitech.1c00128.
5. Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Agafonova N.M., Kolesnov A.Yu., Zenina M.A., Tsimbalaev S.R. Authenticity and quality control of wine products. Methodological aspects of the study of general and specific indicators of Crimean grapes. *Product Quality Control*. 2018;2:51–58 (in Russian).
6. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Lutkova N.Yu. Development of a system of indicators of quality and technological properties in the chain “grape must - wine material - wine” that differentiate Crimean wines by geographical origin. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(3):250–255. DOI 10.35547/iM.2019.21.3.012 (in Russian).
7. Koundouras S. Environmental and viticultural effects on grape composition and wine sensory properties. *Elements*. 2018;14(3):173–178.
8. Jackson R.S. *Wine science. principles and applications. A volume in food science and technology*. Academic Press. 2020;50:1014. DOI 10.1016/c2017-0-04224-6.
9. Moehring M.J., Harrington P.B. Analysis of wine and its use in tracing the origin of grape cultivation. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 2021;52(8):1901–1912. DOI 10.1080/10408347.2021.1925082.
10. 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. Diagnostics of materials*. 2021;87(11):11–18. DOI 10.26896/1028-6861-2021-87-11-11-18 (in Russian).
11. Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Gerzhikova V.G. Profile of sugars in a grape-wine system as the identifying indicator of the authenticity of wine products. *Foods and Raw Materials*. 2018;6(1):191–200. DOI 10.21603/2308-4057-2018-1-191-200.
12. Feher I., Magdas D.A., Dehelean A., Sárbu 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.
13. Tochilina R.P., Goncharova S.A., Khorosheva E.V., Semipyatny V.K. Features of the mineral composition of the Don wines and wine materials as an identification indicator of the place of origin. *Winemaking and Viticulture*. 2016;3:14–17 (in Russian).
14. Rybalko E.A., 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. *KNE Life Sciences*. Dubai, UAE. 2022;112–124.
15. Huang X.Y., Jiang Z.T., Tan J., Li R. Geographical origin traceability of red wines based on chemometric classification via organic acid profiles. *Journal of Food Quality*. 2017:1–7. DOI 10.1155/2017/2038073.
16. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Pogorelov D.Yu. The organic acid profile of white grape varieties growing in Crimea. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2019;56(2):122–132. DOI 10.30679/2219-5335-2019-2-56-122-132 (in Russian).
17. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Rybalko E.A., Tvardovskaya L.B. Influence of climatic factors on the technological characteristics of red grape varieties growing in different regions of the Republic of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;2:28–31 (in Russian).
18. Leeuwen C., Roby J.P., Rességuier L. Soil-related terroir factors: a review. *OENO One*. 2018;52(2). DOI 10.20870/oeno-one.2018.52.2.2208.
19. Gao F., Hao X., Zeng G., Guan L., Wu H., Zhang L. Identification of the geographical origin of Ecolly (*Vitis vinifera* L.) grapes and wines from different Chinese regions by ICP-MS coupled with chemometrics. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2022;105:104248. DOI 10.1016/j.jfca.2021.104248.

20. Yamashita G.H., Anzanello M.J., Soares F., Rocha M.K., Fogliatto F.S., Rodrigues N.P. Hierarchical classification of sparkling wine samples according to the country of origin based on the most informative chemical elements. *Food Control*. 2019;106:106737. DOI 10.1016/j.foodcont.2019.106737.
21. Kolesnov A., Abramovich R., Zenina M., Tsimbalaev S. Mass-spectrometric study on biological and technogenic fractionation of stable isotopes of light elements in components of C3-plants grown in climatic conditions of modern natural ecosystems. *Springer Geography*. 2020:100-110. DOI 10.1007/978-3-030-16091-3\_13.
22. Solovyev P.A., Fahl-Hassek C., Riedl Ja., Esslinger S., Bontempo L., Camin F. NMR spectroscopy in wine authentication: An official control perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2021;20(2):2040-2062. DOI 10.1111/1541-4337.12700.
23. Coldwell B.C., Pérez N.M., Vaca M.C., Pankhurst M.J., Hernández P.A., Rodríguez G.V.M Strontium isotope systematics of Tenerife wines (Canary Islands): tracing provenance in Ocean Island terroir. *Beverages*. 2022;8(1):9. DOI 10.3390/beverages8010009.
24. Kolesnov A., Zenina M., Tsimbalaev S., Tereshenko G., Torshina L., Anikina N., Gnilomedova N., Gerzhikova V., Egorov E., Guguchkina T., Prakh A., Antonenko M. Mass-spectrometric study on  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  carbon and  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  oxygen stable isotopes distributions in grapes and wines from the Black Sea regions: 41st World Congress of Vine and Wine. 41st World Congress of Vine and Wine. 2019.
25. Titarenko V.O., Khalafyan A.A., Temerdashev Z.A., Kaunova A.A., Ivanovets E.A. Application of statistical methods for classification of varietal and regional origin of white wines. *Inorganic Materials*. 2018;54(14):1435-1442.
26. Griboff J., Horacek M., Wunderlin D.A., Monferrán M.V. Differentiation between Argentine and Austrian red and white wines based on isotopic and multi-elemental composition. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2021;5:657412. DOI 10.3389/fsufs.2021.657412.
27. Antonenko M.V., Guguchkina T.I., Sheludko O.N., Antonenko O.P., Semenova M.N. Development of a database for assessing the authenticity of red wines produced in the Krasnodar Territory. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2022;77(5):82-91. DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-82-91 (in Russian).
28. Kolesnov A., Tsimbalaev S., Ivlev V., Vasiliev V., Lamerdonova F. Unified analytical algorithm for identifying the component composition of wine products. *Bulletin of the Almaty Technological University*. 2021;4:58-75. DOI 10.48184/2304-568X-2021-4-58-75 (in Russian).
29. Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Zhilyakova T.A., Vesuyutova A.V., Oleinikova V.A., Ermikhina M.V., Ryabinina 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 (in Russian).
30. Shmigelskaya N.A., Makarov A.S., Lutkov I.P., Maksimovskaya V.A., Sivochub G.V., Timoshenko E.A., Khoroshko A.A. Features of carbohydrate-acid and phenolic complexes of white native Dagestan grape varieties 'Muni Belyi' and 'Keshnish Tumut'. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2023; 25(1):65-70. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.009 (in Russian).
31. Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Belyakova O.M., Sivochub G.V., Timoshenko E.A. Peculiarities of carbohydrate-acid and phenolic complexes of red grape varieties bred in the Institute Magarach. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021;23(1):61-65. DOI 10.35547/IM.2021.74.24.010 (in Russian).
32. Methods of technochemical control in winemaking. Edited by V.G. Gerzhikova. 2-nd edition. Simferopol: Tavrida, 2009:1-304 (in Russian).
33. Rybalko E.A. Climate indices in viticulture. *Magarach. Viticulture and Winemaking*, 2020;22(1);26-28. DOI 10.35547/iM.2020.22.1.005 (in Russian).
34. Vyshkvarkova E.V., Rybalko E.A. Influence of climate on viticulture in the Sevastopol region. Sevastopol: IPTS. 2022:1-125 (in Russian).

## Информация об авторах

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

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

**София Николаевна Червяк**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: Sofi4@list.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9551-7448>;

**Нонна Владимировна Гниломедова**, канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: 231462@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1784-2370>;

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

**Евгений Анатольевич Сластия**, канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: phyton.crimea@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6750-9587>;

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

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

## 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., Professor, Chief Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3211-4507>;

**Sofia N. Cherviakov**, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: Sofi4@list.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9551-7448>;

**Nonna V. Gnilomedova**, Cand. Techn. Sci., Assistant Professor, Leading Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: 231462@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1784-2370>;

**Antonina V. Vesuyutova**, 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>;

**Evgenii A. Slastia**, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: phyton.crimea@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6750-9587>;

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

**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>.

Статья поступила 30.06.2023, одобрена после рецензии 27.07.2023, принята к публикации 21.08.2023.

## Органические кислоты в виноматериалах из аборигенных белых сортов винограда

Макаров А.С.<sup>1</sup>, Лиховской В.В.<sup>1</sup>, Шмигельская Н.А.<sup>1</sup>✉, Лутков И.П.<sup>1</sup>, Максимовская В.А.<sup>1</sup>, Сивочуб Г.В.<sup>1</sup>, Тимошенко Е.А.<sup>1</sup>, Хорошко А.А.<sup>1</sup>, Яланецкий А.Я.<sup>2</sup>, Полулях А.А.<sup>1</sup>, Сластия Е.А.<sup>1</sup>, Олейникова В.А.<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Союз виноделов Крыма, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31

✉nata-ganaj@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований массовой концентрации органических кислот (винной, яблочной, лимонной, молочной + янтарной), а также массовой концентрации титруемых кислот и соотношения массовых концентраций винной и яблочной кислот. Исследования проведены на 24 аборигенных (крымских, донских, дагестанских) сортах винограда: Кокур белый, Кокур белый 46-10-6, Кокур белый 46-10-3, Кокур белый рассеченный, Кокур белый полурассеченный, Сары пандас, Сых дане, Солнечная Долина 40, Солнечная Долина 65, Солнечнодолинский, Капсельский белый, Солдайя, Кок пандас, Шабаш, Альбурла, Абла аганын изюм (крымские); Пухляковский, Буланный белый, Шампанчик бессергеновский, Махроватчик, Ефремовский 2, Мушкетный (донские); Кешниш тумут, Муни блан (дагестанские). Установлено, что массовая концентрация органических кислот в виноматериалах была следующей: винная – от 1,75 до 5,02 г/дм<sup>3</sup>, яблочная – от 0,13 до 3,19 г/дм<sup>3</sup>, лимонная – от 0,03 до 1,10 г/дм<sup>3</sup>, молочная + янтарная – от 0,80 до 4,52 г/дм<sup>3</sup>. Массовая концентрация титруемых кислот находилась в широком диапазоне – от 4,30 до 9,40 г/дм<sup>3</sup>. Соотношение массовых концентраций винной и яблочной кислот находилось также в широком диапазоне – от 0,87 до 15,46. В отдельных образцах виноматериалов прошел процесс яблочно-молочного брожения. Установлено, что изученные виноматериалы из аборигенных сортов винограда имеют существенные различия по содержанию отдельных органических кислот, а также титруемых кислот и соотношению массовых концентраций винной и яблочной кислот.

**Ключевые слова:** массовая концентрация; крымские, донские, дагестанские сорта винограда; соотношение массовой концентрации винной и яблочной кислот; массовая концентрация титруемых кислот; дегустационная оценка.

**Для цитирования:** Макаров А.С., Лиховской В.В., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А., Хорошко А.А., Яланецкий А.Я., Полулях А.А., Сластия Е.А., Олейникова В.А. Органические кислоты в виноматериалах из аборигенных белых сортов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):298-306. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.012.

## Organic acids in base wines from aboriginal white grape varieties

Makarov A.S.<sup>1</sup>, Likhovskoi V.V.<sup>1</sup>, Shmigelskaia N.A.<sup>1</sup>✉, Lutkov I.P.<sup>1</sup>, Maksimovskaia V.A.<sup>1</sup>, Sivochoub G.V.<sup>1</sup>, Timoshenko E.A.<sup>1</sup>, Khoroshko A.A.<sup>1</sup>, Yalanetsky A.Ya.<sup>2</sup>, Polulyakh A.A.<sup>1</sup>, Slastia E.A.<sup>1</sup>, Oleinikova V.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia;

<sup>2</sup>Union of Winemakers of Crimea, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

✉nata-ganaj@yandex.ru

**Abstract.** The article presents the results of studies of the mass concentration of organic acids (tartaric, malic, citric, lactic + succinic), as well as the mass concentration of titratable acids and the ratio of mass concentrations of tartaric and malic acids. Studies were carried out on 24 aboriginal (Crimean, Don, Dagestan) grape varieties: 'Kokur Belyi', 'Kokur Belyi 46-10-6', 'Kokur Belyi 46-10-3', 'Kokur Belyi' dissected, 'Kokur Belyi' semi-dissected, 'Sary Pandas', 'Sykh Dane', 'Solnechnaya Dolina 40', 'Solnechnaya Dolina 65', 'Solnechnodolinskiy', 'Kapselsky Belyi', 'Soldaiya', 'Kok Pandas', 'Shabash', 'Alburla', 'Abla Aganyn Izyum' (Crimean); 'Pukhlyakovskiy', 'Bulannyi Belyi', 'Shampanchik bessergenevskiy', 'Makhrovatchik', 'Efremovskiy 2', 'Mushketny' (Don); 'Keshnish Tumut', 'Muni Blanc' (Dagestan). It was established that the mass concentration of organic acids in base wines was as follows: tartaric - from 1.75 to 5.02 g/dm<sup>3</sup>, malic - from 0.13 to 3.19 g/dm<sup>3</sup>, citric - from 0.03 to 1.10 g/dm<sup>3</sup>, lactic + succinic - from 0.80 to 4.52 g/dm<sup>3</sup>. The mass concentration of titratable acids was in a wide range from 4.30 to 9.40 g/dm<sup>3</sup>. The ratio of mass concentrations of tartaric and malic acids was also in a wide range from 0.87 to 15.46. The process of malolactic fermentation was registered for some samples of base wines. It is established that the studied base wines from aboriginal grape varieties have significant differences in the content of some organic acids, as well as titratable acids, and the ratio of mass concentrations of tartaric and malic acids.

**Key words:** mass concentration; Crimean, Don, Dagestan grape varieties; ratio of mass concentration of tartaric and malic acids; mass concentration of titratable acids; tasting evaluation.

**For citation:** Makarov A.S., Likhovskoi V.V., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V., Timoshenko E.A., Khoroshko A.A., Yalanetsky A.Ya., Polulyakh A.A., Slastia E.A., Oleinikova V.A. Organic acids in base wines from aboriginal white grape varieties. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):298-306. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.012 (in Russian).

## Введение

В последние годы большой интерес представляет винопродукция, произведенная из аборигенных (автохтонных) сортов винограда. Аборигенные сорта винограда и вина, приготовленные из них, обладают оригинальностью, исключительностью, а иногда и уникальностью. В винодельческих странах (Россия, Украина, Грузия, Молдова, Казахстан, Узбекистан, Абхазия, Армения, Азербайджан, Албания, Болгария, Венгрия, Греция, Кипр, Италия, Испания, Португалия, Румыния, Сербия, Хорватия, Черногория, Словения, Израиль, Палестина, Ливан и др.) имеются свои аборигенные сорта. Но, как правило, выпуск винодельческой продукции из этих сортов ограничен [1]. Например, в Российской Федерации из относительно распространенного сорта винограда Кокур белый производят игристые вина Инкерманский завод марочных вин, СПК «Терруар», «Valeri Zaharin», «Sevastopol winery». В перечень других разрешенных внесены донские автохтонные сорта винограда Пухляковский и Шампанчик, а также молдавский сорт Фетяска белая. В Украине для производства игристых вин разрешен аборигенный сорт Тельти курук. В Ростовской области (Россия) отдельные предприятия для приготовления игристых вин используют аборигенные сорта Цимлянский черный, Плечистик, Красностоп золотовский, Сибирьковский. В Грузии белое игристое вино Багратиони вырабатывают из местных сортов винограда Цицка, Чинури, Мцване, Ркацителли. Аборигенный сорт винограда Кульджинский разрешен при выработке игристых вин в Казахстане, Кыргызстане, Таджикистане, а в Узбекистане сорт винограда Сояки. В Болгарии большое распространение для производства красных вин получил автохтонный сорт Мавруд, в Венгрии – сорт Кадарка. Испанский сорт Ува рей рекомендован для производства белых вин в районах с теплым климатом. В Сербии аборигенный сорт Прокупац является одним из распространенных сортов винограда. На хорватском винном рынке популярны вина из аборигенных сортов Плавах Мали, Мальвадия истарска, Дебет, Плавина и др. В Израиле обнаружен уникальный сорт винограда с высоким содержанием терпенов Думиат, который имеет ароматические свойства, сходные с мускатными сортами винограда [1].

Следует отметить, что имеется значительное количество публикаций, посвященных использованию аборигенных сортов винограда для приготовления различных видов винодельческой продукции [2-28].

В Ампелографической коллекции института «Магарач» (с. Вилино Бахчисарайского района), а также в винодельческих хозяйствах Крыма (пгт Гурзуф, п. Морское, с. Солнечная Долина) произрастают различные белые и красные аборигенные сорта винограда, в том числе крымские, донские, дагестанские и др. При этом недостаточно изучена целесообразность использования этих сортов для выработки определенного вида винодельческой продукции, в т.ч. игристых вин, что обуславливает актуальность проводимых исследований.

Известно, что к основным показателям качества виноматериалов, в том числе приготовленных из аборигенных сортов винограда и предназначенных для производства игристых вин, относится массовая концентрация титруемых кислот. К наиболее значимым показателям игристых вин относится также массовая концентрация органических кислот (коэффициент корреляции 0,67) [29]. Органические кислоты винограда участвуют в придании игристым винам характерного освежающего вкуса. Однако не менее важной является информация о составе органических кислот, содержащихся в виноматериалах, и их соотношении. Кроме того, органические кислоты являются основными компонентами экстракта и их вклад в сложение вкуса весьма значителен [30]. Но помимо придания вину определенных вкусовых характеристик, они понижают величину рН среды, предохраняя тем самым вино от развития микроорганизмов, а также от окисления [31]. В виноматериалах и игристых винах содержатся шесть основных органических кислот, массовая концентрация которых может достигать 1 г/дм<sup>3</sup> и более: винная, яблочная, янтарная, уксусная, лимонная и молочная. Массовая концентрация остальных кислот на порядок меньше, и их вклад незначителен [32]. Следует отметить, что по составу органических кислот и их соотношению можно судить о подлинности виноградных вин [33]. Известно, что на содержание винной и яблочной кислот влияют сортовые особенности винограда и климатические условия. Соотношение винной и яблочной кислот предлагается использовать для характеристики района произрастания винограда [34, 35]. Профили органических кислот предложены в качестве параметрических данных географических маркеров [36-39].

Следует отметить, что согласно требованиям ГОСТ 33311 минимальное значение массовой концентрации титруемых кислот для производства качественных игристых вин должно быть не менее 6 г/дм<sup>3</sup>. Для виноматериалов, предназначенных для производства шампанских и белых игристых вин, считается оптимальной массовая концентрация титруемых кислот 8,0±0,5 г/дм<sup>3</sup> [40]. В случае несоответствия этим требованиям производят соответственно кислотопонижение или кислотоповышение виноматериалов одним из разрешенных технологических приемов. Необходимо регулировать сроки сбора урожая для накопления необходимого количества массовой концентрации сахаров и титруемых кислот в винограде. Например, для повышения концентрации титруемых кислот рекомендуется использование при брожении штаммов дрожжей *Lachancea thermotolerans* [41-42]. Известно, что повышенная массовая концентрация органических кислот и соответственно пониженное значение показателя рН обеспечивают большую устойчивость к помутнениям (Совершенство технологии белых игристых вин на основе разработки критериев пригодности сорта винограда: диссертация канд. техн. наук 05.18.07/Ходаков А.Л. Ялта, 2006.126 с).

В результате исследований выявлено, что различ-



ные расы дрожжей по-разному влияют на содержание титруемых кислот в получаемых виноматериалах. Например, массовая концентрация титруемых кислот выше на 0,2-1,4 г/дм<sup>3</sup> в виноматериалах, полученных при использовании рас дрожжей Каберне 5 и Бастардо, в сравнении с контролем (раса дрожжей 47-К) [43]. Следовательно, при производстве виноматериалов для игристых вин необходим дифференцированный подход при выборе чистых культур дрожжей для первичного виноделия. Например, для сбраживания сусел с пониженным содержанием титруемых кислот целесообразно применять расы дрожжей Каберне 5 и Бастардо, а для сбраживания сусел с рекомендованным содержанием титруемых кислот целесообразно применять расу дрожжей 47-К.

Увеличение массовой концентрации органических кислот в виноматериалах на 2 г/дм<sup>3</sup> рекомендуется проводить лимонной и винной кислотами, взятыми в равных пропорциях [44]. В работе Касай Е.В. (Совершенствование технологии производства натуральных сухих вин на основе регулирования процессов брожения и кислотопонижения: диссертация канд. техн. наук 05.18.01/ Касай Е.В. Краснодар 2005. 152 с.) для снижения массовой концентрации титруемых кислот рекомендуются дрожжи рода Шизосахаромицес [31]. Показано, что проведение яблочно-молочного брожения приводит к снижению концентрации не только органических кислот, но и катионов калия и кальция, что способствует профилактике кристаллических помутнений.

В работе Марковского М.Г. (Совершенствование технологии и методов оценки качества виноградных вин на основе анализа и регулирования их кислотного состава: диссертация канд. техн. наук 05.18.01 / Марковский М.Г. Краснодар, 2006. 136 с.) теоретически обоснована и разработана технология комплексного кислотопонижения, включающая реагентное (химическое) снижение концентрации титруемых кислот с последующим биологическим понижением. Разработан технологический узел комплексного кислотопонижения. Разработаны технологические приемы, основанные на применении неантицида и малицида, обеспечивающие оптимальное снижение концентраций титруемых кислот, в том числе винной и яблочной, и получение гармоничных по вкусу виноматериалов.

В результате исследования различных форм органических кислот установлено, что в подлинных винах независимо от технологии их производства и приёмов обработки преобладают связанные, а в фальсифицированных – свободные органические кислоты.

Таким образом, учитывая большой интерес к аборигенным сортам винограда исследования, направленные на изучение одного из важных показателей – содержание в них титруемых кислот, является актуальным.

**Целью исследований** явилось изучение состава и содержания органических кислот в сухих виноматериалах, приготовленных по-белому способу из некоторых белых аборигенных (крымских, донских,

дагестанских) сортов винограда, произрастающих в различных регионах Крыма.

#### **Материалы и методы исследования**

Объектами исследований являлись 24 аборигенных (крымских, донских, дагестанских) белых сортов винограда урожаев 2016-2022 гг.: Кокур белый, Кокур белый 46-10-6, Кокур белый 46-10-3, Кокур белый рассеченный, Кокур белый полурассеченный, Сары пандас, Сых дане, Солнечная Долина 40, Солнечная Долина 65, Солнечнодолинский, Капсельский, Солдайя, Кок пандас, Шабаш, Альбурла, Абла аганы изюм(крымские); Пухляковский, Буланный белый, Шампанчик бессергеновский, Махроватчик, Ефремовский 2, Мушкетный (донские); Кешниш тумут, Муни блан (дагестанские).

Виноград произрастал в Ампелогографической коллекции института «Магарач» (с. Вилино, Бахчисарайского района), а также в хозяйствах Крыма (пгт Гурзуф, п. Морское, с. Солнечная Долина). Виноматериалы из указанных сортов готовили традиционным способом по-белому в условиях микровиноделия. Для проведения первичного брожения использовали штамм дрожжей *Sacch. cerevisiae* I-527 (47-К).

Качественный и количественный состав органических кислот определяли методом ВЭЖХ, при этом разделение пробы на индивидуальные вещества проводили на колонке Supelcodel C610H (Supelco, Sigma – Aldrich, USA), заполненной сорбентом на основе сульфитированного дивинил-полистирола (размер колонки 300 x 7,8, зернение сорбента не более 10,0 мкм), на хроматографе LC20AD Shimadzu (Япония), оснащённом спектрофотометрическим детектором. В качестве элюента использовали водный раствор ортофосфорной кислоты (1 г/дм<sup>3</sup>). Массовую концентрацию органических кислот в пробе вина определяли согласно предварительной градуировке прибора по стандартам чистых веществ на спектрометрическом детекторе системы при 210 нм с учетом времени выхода и спектральных характеристик каждого из индивидуальных веществ. В случае наличия взвесей или нерастворимых частиц при визуальной оценке пробы виноматериала проводили предварительное их отделение при помощи центрифуги (частота вращения ротора не менее 6-7 тыс. об/мин, длительность – не более 5-7 мин). Массовую концентрацию титруемых кислот определяли по [45].

Органолептическую оценку виноматериалов проводили по 10-балльной системе согласно ГОСТ 32051 «Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа».

Обработку полученных данных осуществляли с помощью методов математической статистики с использованием программного обеспечения MS Office Excel и Statistica.

#### **Результаты и их обсуждение**

В таблице представлены данные о массовой концентрации кислот (органических и титруемых) в виноматериалах урожаев 2018-2022 гг., приготовленных из аборигенных белых сортов винограда, произрастающего в 4-х хозяйствах Крыма (с. Вилино, пгт Гурзуф,

**Таблица.** Массовая концентрация органических и титруемых кислот в виноматериалах из аборигенных белых сортов винограда**Table.** Mass concentration of organic and titratable acids in base wines from aboriginal white grape varieties

№	Наименование сорта винограда, происхождение	Место произрастания	Массовая концентрация кислот, г/дм <sup>3</sup>					Среднее соотношение винная кислота яблочная кислота
			винной	яблочной	лимонной	янтарной + молочной	титруемых	
1	Кокур белый (крымский)	с. Вилино	$\frac{3,0 - 4,13}{3,5}$	$\frac{1,05 - 2,00}{1,52}$	$\frac{0,19 - 0,50}{0,37}$	$\frac{0,80 - 2,07}{1,33}$	$\frac{4,90 - 7,90}{6,72}$	2,57
2	Кокур белый (крымский)	пгт Гурзуф	$\frac{3,21 - 3,80}{3,5}$	$\frac{1,40 - 3,27}{2,34}$	$\frac{0,20 - 0,25}{0,23}$	$\frac{0,72 - 1,00}{0,86}$	$\frac{6,30 - 9,00}{7,65}$	1,50
3	Кокур белый (крымский)	п. Морское	$\frac{1,90 - 4,74}{3,51}$	$\frac{1,77 - 2,96}{2,24}$	$\frac{0,15 - 0,58}{0,32}$	$\frac{1,10 - 1,82}{1,51}$	$\frac{6,10 - 8,00}{7,10}$	1,57
4	Кокур белый (крымский)	с. Солнечная Долина	$\frac{2,33}{2,33}$	$\frac{2,69}{2,69}$	$\frac{0,33}{0,33}$	$\frac{2,00}{2,00}$	$\frac{6,40}{6,40}$	0,87
5	Кокур белый рассеченный (крымский)	с. Вилино	$\frac{2,10 - 4,90}{3,5}$	$\frac{1,40 - 2,20}{1,8}$	$\frac{0,50 - 1,10}{0,9}$	$\frac{1,20 - 1,30}{1,25}$	$\frac{6,90 - 8,30}{7,6}$	1,94
6	Кокур белый полурассеченный (крымский)	с. Вилино	$\frac{3,40}{3,40}$	$\frac{2,10}{2,10}$	$\frac{0,40}{0,40}$	$\frac{0,80}{0,80}$	$\frac{6,00}{6,00}$	1,62
7	Кокур белый 46-10-3 (крымский)	с. Вилино	$\frac{3,90 - 4,16}{4,03}$	$\frac{1,56 - 1,90}{1,73}$	$\frac{0,25 - 0,60}{0,42}$	$\frac{0,90 - 1,19}{1,05}$	$\frac{6,90 - 8,30}{7,6}$	2,33
8	Кокур белый 46-10-6 (крымский)	с. Вилино	$\frac{2,90 - 2,92}{2,91}$	$\frac{1,23 - 1,70}{1,47}$	$\frac{0,16 - 0,60}{0,38}$	$\frac{0,90 - 1,19}{1,05}$	$\frac{7,20}{7,20}$	2,00
9	Сых дане (крымский)	с. Вилино	$\frac{3,79 - 4,90}{4,34}$	$\frac{1,40 - 1,76}{1,58}$	$\frac{0,70 - 0,76}{0,73}$	$\frac{1,10 - 1,31}{1,20}$	$\frac{7,70 - 8,30}{8,00}$	2,75
10	Солнечная Долина 40 (крымский)	с. Вилино	$\frac{3,30}{3,30}$	$\frac{2,30}{2,30}$	$\frac{0,70}{0,70}$	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{6,80}{6,80}$	1,43
11	Солнечная Долина 65 (крымский)	с. Вилино	$\frac{0,33}{0,33}$	$\frac{1,90}{1,90}$	$\frac{0,60}{0,60}$	$\frac{0,90}{0,90}$	$\frac{7,70}{7,70}$	2,05
12	Солнечнодолинский (крымский)	с. Вилино	$\frac{4,20}{4,20}$	$\frac{0,70}{0,70}$	$\frac{0,30}{0,30}$	$\frac{0,80}{0,80}$	$\frac{6,50}{6,50}$	6,00
13	Сары пандас (крымский)	с. Солнечная Долина	$\frac{1,74 - 4,59}{3,48}$	$\frac{0,08 - 2,18}{0,75}$	$\frac{0,04 - 0,60}{0,32}$	$\frac{1,20 - 2,11}{1,65}$	$\frac{3,50 - 7,65}{5,82}$	4,64
14	Сары пандас (крымский)	п. Морское	$\frac{3,12 - 3,58}{3,35}$	$\frac{2,73 - 3,58}{3,35}$	$\frac{0,15}{0,15}$	$\frac{1,47 - 2,15}{1,81}$	$\frac{7,13 - 7,50}{7,31}$	1,05
15	Шабаш (крымский)	с. Вилино	$\frac{2,53 - 3,03}{3,35}$	$\frac{1,95 - 2,21}{2,08}$	$\frac{0,40 - 0,47}{0,44}$	$\frac{1,78 - 4,11}{2,94}$	$\frac{4,90 - 6,00}{5,45}$	1,34
16	Капсельский (крымский)	с. Вилино	$\frac{2,15}{2,15}$	$\frac{1,43}{1,43}$	$\frac{0,21}{0,21}$	$\frac{1,29}{1,29}$	$\frac{4,80}{4,80}$	1,50
17	Капсельский (крымский)	с. Солнечная Долина	$\frac{2,06}{2,06}$	$\frac{0,54}{0,54}$	$\frac{0,08}{0,08}$	$\frac{3,72}{3,72}$	$\frac{4,80}{4,80}$	3,81
18	Солдайя (крымский)	с. Вилино	$\frac{3,27 - 4,58}{3,92}$	$\frac{1,67 - 2,41}{2,04}$	$\frac{0,07 - 0,63}{0,35}$	$\frac{1,13 - 1,35}{1,24}$	$\frac{7,80 - 10,90}{9,40}$	1,92
19	Кок пандас (крымский)	с. Вилино	$\frac{3,52 - 3,73}{3,62}$	$\frac{1,26 - 2,10}{1,68}$	$\frac{0,15 - 0,29}{0,22}$	$\frac{1,52 - 0,29}{0,22}$	$\frac{7,20 - 7,90}{7,60}$	2,15
20	Альбурла (крымский)	с. Вилино	$\frac{1,97}{1,97}$	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{0,11}{0,11}$	$\frac{1,34}{1,34}$	$\frac{7,90}{7,90}$	1,01
21	Абла аганын изюм (крымский)	с. Вилино	$\frac{2,25 - 4,20}{3,22}$	$\frac{0,14 - 1,29}{0,72}$	$\frac{0,06 - 0,19}{0,12}$	$\frac{1,52 - 4,41}{2,83}$	$\frac{6,10 - 6,50}{6,30}$	4,47
22	Ефремовский 2 (донской)	с. Вилино	$\frac{2,56}{2,56}$	$\frac{1,11}{1,11}$	$\frac{1,18}{1,18}$	$\frac{2,74}{2,74}$	$\frac{7,20}{7,20}$	2,31
23	Мушкетный (донской)	с. Вилино	$\frac{2,01}{2,01}$	$\frac{0,13}{0,13}$	$\frac{0,08}{0,08}$	$\frac{2,40}{2,40}$	$\frac{4,30}{4,30}$	15,46
24	Пухляковский (донской)	с. Вилино	$\frac{2,70}{2,70}$	$\frac{1,95}{1,95}$	$\frac{0,11}{0,11}$	$\frac{1,34}{1,34}$	$\frac{4,40}{4,40}$	3,00
25	Буланный белый (донской)	с. Вилино	$\frac{2,63 - 4,20}{3,42}$	$\frac{1,00 - 1,10}{1,05}$	$\frac{0,40 - 0,43}{0,42}$	$\frac{0,90 - 2,24}{1,57}$	$\frac{6,20 - 8,00}{7,10}$	3,26
26	Шампанчик бессергеновский (донской)	с. Вилино	$\frac{2,48 - 2,70}{2,59}$	$\frac{1,00 - 1,51}{1,25}$	$\frac{0,85 - 1,10}{0,98}$	$\frac{1,60 - 1,64}{1,62}$	$\frac{6,30 - 7,70}{7,00}$	2,07
27	Махроватчик (донской)	с. Вилино	$\frac{5,02}{5,02}$	$\frac{1,41}{1,41}$	$\frac{0,34}{0,34}$	$\frac{0,99}{0,99}$	$\frac{7,80}{7,80}$	3,56
28	Кешниш тумут (дагестанский)	с. Вилино	$\frac{1,75}{1,75}$	$\frac{0,13}{0,13}$	$\frac{0,03}{0,03}$	$\frac{4,52}{4,52}$	$\frac{5,60}{5,60}$	13,46
29	Муни белый (дагестанский)	с. Вилино	$\frac{2,14}{2,14}$	$\frac{0,16}{0,16}$	$\frac{0,07}{0,07}$	$\frac{1,79}{1,79}$	$\frac{6,20}{6,20}$	13,38

п. Морское, с. Солнечная Долина).

Из таблицы следует, что массовая концентрация органических и титруемых кислот в виноматериалах существенно отличаются. В виноматериале №1 из сорта Кокур белый (с. Вилино) частично проходил процесс яблочно-молочного брожения, о чем свидетельствует соотношение массовых концентраций винной и яблочной кислот, составляющее 2,57. В виноматериалах из этого же сорта винограда, произрастающего в пгт Гурзуф, п. Морское, п. Солнечная Долина, соотношение массовых концентраций винной и яблочной кислот составило от 0,87 до 1,57, что свидетельствует о непрохождении в них яблочно-молочного брожения; массовая концентрация винной кислоты в образцах из этих регионов находилась в пределах 2,33-3,51 г/дм<sup>3</sup>, а яблочной – 2,24-2,69 г/дм<sup>3</sup>.

В образце №5 (Кокур белый рассеченный) массовая концентрация винной кислоты близка к образцам №№2-4, яблочной кислоты ниже, чем в образцах №2-4. Образцы №6-8 незначительно отличаются по массовой концентрации всех кислот, а соотношение массовых концентраций винной и яблочной кислот в них варьирует в пределах 1,62-2,23.

В образцах №7, 8 при близком соотношении массовых концентраций винной и яблочных кислот (2,00-2,33) наблюдается различие в массовой концентрации этих кислот. Образцы из сорта Сых дане №9 отличались более повышенной массовой концентрацией титруемых кислот 7,7-8,3 г/дм<sup>3</sup>, в то же время в этих образцах частично прошел процесс яблочно-молочного брожения. Образцы №10 и №11 близки по соотношению органических кислот, однако массовая концентрация титруемых кислот выше в образце №11 (7,7 г/дм<sup>3</sup>) по сравнению с образцом №10 (6,8 г/дм<sup>3</sup>). В образце №12 (Солнечнодолинский) соотношение массовых концентраций винной и яблочных кислот составило 6,0 (при остаточной массовой концентрации яблочной кислоты 0,70 г/дм<sup>3</sup>), что свидетельствует о прохождении яблочно-молочного брожения в этом образце виноматериала. При сравнении образцов №13 и №14 (Сары пандас) видно, что по соотношению массовых концентраций винной и яблочной кислот они сильно отличаются – 4,64 (№13) и 1,05 (№14), что свидетельствует о прохождении в образце №13 (из с. Солнечная Долина) яблочно-молочного брожения (остаточная массовая концентрация яблочной кислоты в этом образце составляет всего лишь 0,75 мг/дм<sup>3</sup>), что отразилось на массовом содержании титруемых кислот (более низкая массовая концентрация титруемых кислот 5,82 г/дм<sup>3</sup> в образце №13, в котором прошло яблочно-молочное брожение). В образце №15 (Шабаш) соотношение массовых концентраций винной и яблочной кислот составляло 1,34, что свидетельствует о непрохождении яблочно-молочного брожения в этом образце, однако следует отметить в нем низкую массовую концентрацию титруемых кислот – 5,45 г/дм<sup>3</sup>.

Сравнение образцов №16 (Капсельский с. Вилино) и №17 Капсельский (с. Солнечная Долина) свидетельствует, – в образце №17 прошел процесс яблоч-

но-молочного брожения, что подтверждается соотношением массовых концентраций винной и яблочной кислот, составляющей 3,81; следует отметить низкую массовую концентрацию титруемых кислот в обоих образцах – 4,80 и 4,50 г/дм<sup>3</sup>.

Повышенной массовой концентрацией титруемых кислот отличались образцы под номером 18, соотношение массовых концентраций винной и яблочной кислот в них составляло 1,92. О частичном прохождении яблочно-молочного брожения в образце №19 (Кок пандас) свидетельствует более низкая массовая концентрация яблочной кислоты 1,68 г/дм<sup>3</sup> и отношение массовых концентраций винной и яблочной кислот 2,15.

В виноматериале из сорта Альбурла (№20) определено оптимальное соотношение массовых концентраций винной и яблочной кислот 1,01, при относительно высокой массовой концентрацией титруемых кислот – 7,90 г/дм<sup>3</sup>.

В виноматериале из сорта Абла аганын изюм №21 видно, что прошел процесс яблочно-молочного брожения, о чем свидетельствует соотношение массовых концентраций винной и яблочной кислот – 4,47 и низкая массовая концентрация яблочной кислоты – 0,72 г/дм<sup>3</sup>.

Следует отметить, что в виноматериалах из донских аборигенных сортов (№22-27), за исключением сортов Ефремовский 2 (№22) и Шампанчик бессергеевский (№26) прошел процесс яблочно-молочного брожения, о чем свидетельствует высокие соотношения массовых концентраций винной и яблочной кислот (от 3 в №24 до 15,46 в №23). Самая низкая массовая концентрация титруемых кислот выявлена в виноматериалах из сортов Мушкетный – 4,3 г/дм<sup>3</sup> и Пухляковский – 4,40 г/дм<sup>3</sup>.

В обоих виноматериалах из дагестанских аборигенных сортов – №28 и №29 прошел процесс яблочно-молочного брожения, о чем свидетельствует низкая массовая концентрация яблочной кислоты – 0,13-0,16 г/дм<sup>3</sup> и высокие соотношения массовых концентраций винной и яблочной кислот – 13,38 и 13,46. Следует отметить в этих 2-х образцах сравнительно невысокую массовую концентрацию титруемых кислот – 5,6-6,2 г/дм<sup>3</sup>.

### Выводы

Таким образом, изучив массовую концентрацию органических кислот (винной, яблочной, лимонной, молочной и янтарной), а также массовую концентрацию титруемых кислот и соотношение массовых концентраций винной и яблочной кислот в виноматериалах, приготовленных из 24 аборигенных сортов винограда, произрастающих в Крыму (крымских, донских, дагестанских), можно сделать следующие выводы:

– массовая концентрация органических кислот в образцах всех виноматериалов составляла: винной – от 1,75 г/дм<sup>3</sup> (Кешниш тумут, дагестанский сорт, с. Вилино) до 5,02 г/дм<sup>3</sup> (Махроватчик, донской сорт, с. Вилино); яблочной – от 0,13 г/дм<sup>3</sup> (Кешниш тумут, дагестанский сорт, с. Вилино, Мушкетный, донской

сорт, с. Вилино) до 3,19 г/дм<sup>3</sup> (Сары пандас, крымский сорт, п. Морское); лимонной – от 0,03 г/дм<sup>3</sup> (Кешниш тумут, дагестанский сорт, с. Вилино), до 1,10 г/дм<sup>3</sup> (Кокур белый рассеченный, крымский сорт, с. Вилино); янтарной + молочной – от 0,80 г/дм<sup>3</sup> (Кокур белый полурассеченный, крымский сорт, с. Вилино), Солнечнодолинский, крымский сорт, с. Вилино) до 4,52 г/дм<sup>3</sup> (Кешниш тумут, дагестанский сорт, с. Вилино);

– массовая концентрация титруемых кислот находилась в широких пределах и составляла – от 4,30 г/дм<sup>3</sup> (Мушкетный, донской сорт, с. Вилино) до 9,40 г/дм<sup>3</sup> (Солдайка, крымский сорт, с. Вилино);

– соотношение массовых концентраций винной и яблочной кислот находилось также довольно таки в широких пределах – от 0,87 (Кокур белый, крымский сорт, с. Солнечная Долина) до 15,46 (Мушкетный, донской сорт, с. Вилино); в отдельных образцах (№№11, 14, 15, 19, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31) виноматериалов прошел процесс яблочно-молочного брожения.

Изученные виноматериалы из аборигенных сортов винограда (крымские, донские, дагестанские) имеют существенные различия по содержанию отдельных органических кислот, а также титруемых кислот и соотношению массовых концентраций винной и яблочной кислот.

Исследования по виноматериалам и игристым винам, приготовленным из аборигенных сортов винограда, планируется продолжить.

#### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России № FZNM-0022-0003.

#### Financing source

The study was conducted under public assignment of the Ministry of Education and Science of Russia No. FZNM-0022-0003.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

- Макаров А.С., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В. Автохтонные сорта винограда: актуальность и перспективы использования в виноделии // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;22(4):349-360. DOI 10.34919/IM.2022.64.77.008.
- Трошин Л.П. Аборигенные сорта винограда России // ФГОУ ВПО Кубанский гос. аграрный ун-т. 2007:1–256.
- Панахов Т.М., Салимов В.С., Наджафов Д.С. Ампеолографические особенности некоторых аборигенных сортов винограда Азербайджана // Виноделие и виноградарство. 2015;1:44–47.
- Ткаченко О.Б., Тринкаль О.В. Особенности ароматов белых вин из автохтонных сортов винограда Западной Европы и Украины // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2015;2(74):40–45. DOI 10.15587/1729-4061.2015.40069.
- Susaj E., Susaj L. Autochthonous grapevine varieties as an important component for the development of rural tourism. J. Agr. and Anim. Prod. Science. Vitis. 2018;8(2):7–16.
- Лиховской В.В., Зармаев А.А., Полулях А.А., Волинкин В.А., Гориславец С.М., Рисованная В.И., Борисенко М.Н., Сапсай А.О. Ампеолография аборигенных и местных сортов винограда Крыма: Монография. Симферополь. 2018:1–146.
- Меркуропулос Г., Мелиордос Д., Хатзопулос П., Котсеридис Й. В поисках неизвестных греческих автохтонных сортов винограда на полуострове Пелопоннес – предварительные результаты // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;4:51–53.
- 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.
- Volynkin V., Polulyakh A., Levchenko S., Vasylyk I., Likhovskoi V. Autochthonous grape species, varieties and cultivars of Crimea. In III International Symposium on Horticultural Crop Wild Relatives. 2018;1259:91–98. DOI 10.17660/Acta Hortic.2019.1259.16.
- 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;57:60–71. DOI 10.306879/2219-5335-2019-3-57-60-71.
- 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 игристых вин из аборигенных сортов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(2):147–152.
- Зайцева О.В., Луткова Н.Ю. Исследование углеводно-кислотного и фенольного комплексов винограда красных крымских автохтонных сортов // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач». РАН». 2019;XLVIII:56–57.
- Матвеева Н.В., Бахметова М.В. Технологическая оценка красных донских аборигенных сортов винограда // Русский виноград. 2020;14:80–85. DOI 10.32904/2712-5335-8245-2020-14-80-84.
- Самвелян Г.А., Самвелян А.Г., Манукян А.Э., Симонян Н.Р., Аветисян Г.М. Изучение перспективности использования белых автохтонных сортов винограда для производства высококачественных вин в Армении // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;XLIX:246–248.
- Макаров А.С., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В., Белякова О.М., Сластья Е.А. Физико-химические показатели крымских и донских аборигенных красных сортов винограда в системе «виноград-виноматериал» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(1):56–62. DOI 10.35547/IM.202022.1.012.
- 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: Published in cooperation with the 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. DOI 10.20870/oeno-one.2020.54.4.3863.
- Sancho-Galán P., Amores-Arrocha A., Palacios V., Jiménez-Cantizano A. Identification and characterization of white grape varieties autochthonous of a warm climate region (Andalusia, Spain). Agronomy. 2020;10(2):205. DOI 10.3390/agronomy10020205.
- Самвелян Г.А., Самвелян А.Г., Манукян А.Э., Симонян Н.Р., Аветисян Г.М. Перспективы использования малораспространенных автохтонных сортов винограда для производства вин в Армении // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(1):72–75. DOI 10.35547/IM.2021.49.36.012.
- Makarov A., Lutkov I., Shmigelskaia N., Maksimovskaia V.,

- Sivochoub G. Using of autochthonous grape varieties in the production of sparkling wines. In BIO Web of Conferences 2021; 39:07001. DOI 10.1051/bioconf/20213907001.
20. Iliev A., Yankova T. The Local Grape Varieties of Bulgaria. *Viticulture Studies (VIS)*. 2021;1(1):21.
21. Natić M., Zagorac D.D., Gašić U., Dojčinović B., Ćirić I., Relić D., Sredojević M. Autochthonous and international grape varieties grown in Serbia. Phenolic and elemental composition. *Food Bioscience*. 2021;40:100889. DOI 10.1016/j.fbio.2021.100889.
22. Мукайлов М.Д., Исригова Т.А., Салманов М.М., Магомедов М.Г., Макуев Г.А. Технологические особенности автохтонных технических сортов винограда в условиях Южного Дагестана // *Известия Дагестанского ГАУ*. 2021;4(12):35-40.
23. Полулях А.А., Волинкин 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.
24. Милованов А.В., Трошин Л.П., Елисютикова А.В., Попкова Е. С. Анализ генетического материала некоторых аборигенных сортов винограда Российской Ампелографической коллекции // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2022;94:268-276.
25. Mirabela Iliana Dumitru A., Manolescu A.E., Sumedrea D.I., Popescu C.F., Cosmulescu S. Genetic diversity of some autochthonous white grape varieties from Romanian germplasm collections. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2023;59(2):55-66. DOI 10.17221/45/2022-CJGPB.
26. Полулях А.А., Волинкин 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.
27. 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.
28. Pavlešić T., Saftić Martinović L., Peršurić Ž., Maletić E., Žulj Mihaljević M., Stupić D., Kraljević Pavelić S. From the autochthonous grape varieties of the Kastav region (Croatia) to the Belica wine. *Food Technology and Biotechnology*. 2022;60(1):11-20. DOI 10.17113/ftb.60.01.22.7264.
29. Паршин Б.Д., Макаров А.С., Загоруйко В.А., Лутков И.П. Совершенствование контроля качества вин, насыщенных диоксидом углерода // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2004;2:26-28.
30. Кишковская С.А., Бурьян Н.И. Методические рекомендации по биологическому кислотопонижению виноградного сусла и мезги с использованием дрожжей рода *Schizosaccharomyces*. Ялта. 1990:1-24.
31. Лутков И.П. Динамика накопления органических кислот в виноматериалах, приготовленных из различных сортов винограда в ГП Агрофирма «Магарач» // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2009;2:28-29.
32. Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Шалимова Т.Р., Максимовская В.А., Грамотенко А.П. Особенности состава органических кислот в виноматериалах Южного берега Крыма // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2018;1:36-39.
33. Макаров А.С., Ермолин Д.В. Эффективные схемы подкисления виноматериалов // *Виноград*. 2011;11-12:34-36.
34. 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.
35. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю. Разработка системы показателей качества и технологических свойств в цепочке «виноград-сусло-виноматериал-вино», дифференцирующей вина Крыма по географическому происхождению // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2019;21(3):250-255.
36. Huang X.Y., Jiang Z.T., Tan J., Li R. Geographical origin traceability of red wines based on chemometric classification via organic acid profiles. *Journal of Food Quality*. Volume 2017, Article ID 2038073. DOI 10.1155/2017/2038073.
37. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Погорелов Д.Ю. Профиль органических кислот винограда белых сортов, произрастающих в Крыму // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2019;56:122-132.
38. Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Агафонова Н.М., Колеснов А.Ю., Зенина М.А., Цимбалаев С.Р. Контроль подлинности и качества винодельческой продукции. Методические аспекты исследования общих и специфических показателей винограда Крыма // *Контроль качества продукции*. 2018;2:51-58.
39. Антоненко М.В., Гугучкина Т.И., Шелудько О.Н., Антоненко О.П., Семёнова М.Н. Разработка базы данных для оценки подлинности красных вин, произведенных в Краснодарском крае // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2022;77:5.
40. Иванова Е.В., Кишковская С.А., Ананченкова Г.М., Беляков В.С. Актуальность и перспективы использования процессов биологического снижения титруемой кислотности в винодельческой продукции Степной зоны Крыма // *Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач»*. 2005;XXXV:86-90.
41. Peskova I., Tanashchuk T., Ostroukhova E., Slastya E., Levchenko S., Lutkova N. Prospects of using *Lachancea thermotolerans* yeast in winemaking. In E3S Web of Conferences EDP Sciences. 2021;247:01012. DOI 10.1051/e3sconf/202124701012.
42. Vaquero C., Izquierdo-Cañas P.M., Mena-Morales A., Marchante-Cuevas L., Heras J.M., Morata A. Use of *Lachancea thermotolerans* for biological vs. chemical acidification at pilot-scale in white wines from warm areas. *Fermentation*. 2021;7(3):193. DOI:10.3390/fermentation7030193.
43. Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Шалимова Т.Р., Максимовская В.А., Кречетова В.В. Оценка показателей качества игристых виноматериалов, выработанных с использованием разных рас дрожжей // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2017;4:41-43.
44. Макаров А.С., Лутков И.П., Жиялкова Т.А., Мацко А.П., Псутури Д.И. Изменение массовой концентрации органических кислот на основных этапах производства игристых вин // *Виноделие и виноградарство*. 2005;5:24-25.
45. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. 2-е изд. Симферополь: Таврида, 2009:1-304.

## References

1. Makarov A.S., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V. Autochthonous grapevine varieties: relevance and prospects of use in winemaking. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2022;22(4):49-360. DOI 10.34919/IM.2022.64.77 (in Russian).
2. Troshin L.P. Aboriginal grape varieties of Russia. FSEI HPE Kuban State Agrarian University, 2007:1-256 (in Russian).
3. Panakhov T.M., Salimov V.S., Nadzhafov D.S. Ampelographic features some indigenous grape of Azerbaijan. *Winemaking and viticulture*. 2015;1:44-47 (in Russian).

4. Tkachenko O.B., Trinkal O.V. Features of aromas of white wines from autochthonous grape varieties of Western Europe and Ukraine. *Eastern European Journal of Advanced Technologies*. 2015;2(74):40-45. DOI 10.15587/1729-4061.2015.40069 (*in Russian*).
5. Susaj E., Susaj L. Autochthonous grapevine varieties as an important component for the development of rural tourism. *J. Agr. and Anim. Prod. Science. Vitis*. 2018;8(2):7-16.
6. Likhovskoi V.V., Zarmaev A.A., Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Gorislavets S.M., Risovannaya V.I., Borisenko M.N., Sapsay A.O. Ampelography of indigenous and local grape varieties of Crimea: Monograph. Simferopol. 2018:1-146 (*in Russian*).
7. Mercuropoulos G., Miliordos D., 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*).
8. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Lutkova N.Yu. Analysis of the technological parameters of the Crimean autochthonous grape cultivars: development of information models. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;2:31-34 (*in Russian*).
9. Volynkin V., Polulyakh A., Levchenko S., Vasylyk I., Likhovskoi V. Autochthonous grape species, varieties and cultivars of Crimea. In III International Symposium on Horticultural Crop Wild Relatives. 2018;1259:91-98. DOI 10.17660/Acta Hort.2019.1259.16.
10. Beybulatov M.R., Urdenko N.A., Tikhomirova N.A., Buival R.A. Capacity assessment of aboriginal and local grapevine cultivars for managing harvest formation process. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2019;57:60-71. DOI 10.306879/2219-5335-2019-3-57-60-71 (*in Russian*).
11. Makarov A.S., Lutkov I.P., Yalanetsky A.Ya., Shmigelskaia N.A., Shalimova T.R., Maksimovskaia V.A., Pogorelov D.Yu. On feasibility of base wine production for sparkling wines from aboriginal grapevine varieties. *Viticulture and Winemaking*. 2019;2:147-152 (*in Russian*).
12. Zaitseva O.V., Lutkova N.Yu. Analysis of the carbon-acid and phenolic complexes of grapes of Crimean red autochthonous varieties. *Viticulture and Winemaking. Collection of Scientific Papers*. 2019;XLVIII:56-57 (*in Russian*).
13. Matveeva N.V., Bakhmetova M.V. Technological assessment of native red don aboriginal grapevine varieties. *Russian Grapes*. 2020;14:80-85. DOI 10.32904/2712-5335-8245-2020-14-80-84 (*in Russian*).
14. Samvelyan G.A., Samvelyan A.G., Manukyan A.E., Simonyan N.R., Avetisyan G.M. Study of the prospects of using white native grape varieties for the production of high-quality wines in Armenia. *Viticulture and Winemaking. Collection of Scientific Papers*. 2020;XLIX:246-248.
15. Makarov A.S., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V., Beliakova O.M., Slastya E.A. Physical-chemical parameters of native red grape varieties of Crimea and Don in the system "grapes-wine material". *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(1):56-62. DOI 10.35547/IM.202022.1.012 (*in Russian*).
16. 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: Published in cooperation with the 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. DOI 10.20870/oeno-one.2020.54.4.3863.
17. Sancho-Galán P., Amores-Arrocha A., Palacios V., Jiménez-Cantizano A. Identification and characterization of white grape varieties autochthonous of a warm climate region (Andalusia, Spain). *Agronomy*. 2020;10(2):205. DOI 0.3390/agronomy10020205.
18. Samvelyan G.A., Samvelyan A.G., Manukyan A.E., Simonyan N.R., Avetisyan G.M. Prospects of using less common autochthonous grape varieties for production of wines in Armenia. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021;23(1): 72-75. DOI 10.35547/IM.2021.49.36.012 (*in Russian*).
19. Makarov A., Lutkov I., Shmigelskaia N., Maksimovskaia V., Sivochoub G. Using of autochthonous grape varieties in the production of sparkling wines. In BIO Web of Conferences 2021;39:07001. DOI 10.1051/bioconf/20213907001.
20. Iliev A., Yankova T. The Local Grape Varieties of Bulgaria. *Viticulture Studies (VIS)*. 2021;1(1):21.
21. Natić M., Zagorac D.D., Gašić U., Dojčinović B., Ćirić I., Relić D., Sredojević M. Autochthonous and international grape varieties grown in Serbia. Phenolic and elemental composition. *Food Bioscience*. 2021;40:100889. DOI 10.1016/j.fbio.2021.100889.
22. Mukailov M.D., Isrigova T.A., Salmanov M.M., Magomedov M.G., Makuev G.A. Technological features of autochthonous technical varieties of grapes in the conditions of South Dagestan. *Dagestan State Agrarian University*. 2021;4(12):35-40 (*in Russian*).
23. 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*).
24. Milovanov A.V., Troshin L.P., Yelesyutikova A.V., Popkova E.S. Analysis of the genetic material of some aboriginal grape varieties of the Russian Ampelographic Collection. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2022;94:268-276.
25. Mirabela Iliana Dumitru A., Manolescu A.E., Sumedrea D.I., Popescu C.F., Cosmulescu S. Genetic diversity of some autochthonous white grape varieties from Romanian germplasm collections. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2023;59(2):55-66. DOI 10.17221/45/2022-CJGPB.
26. 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*).
27. 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.
28. Pavlešić T., Saftić Martinović L., Pešurić Ž., Maletić E., Žulj Mihaljević M., Stupić D., Kraljević Pavelić S. From the autochthonous grape varieties of the Kastav region (Croatia) to the Belica wine. *Food Technology and Biotechnology*. 2022;60(1):11-20. DOI 10.17113/ftb.60.01.22.7264.
29. Parshin B.D., Makarov A.S., Zagorouiko V.A., Lutkov I.P. Improvement of quality control of wines saturated with carbon dioxide. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2004;2:26-28 (*in Russian*).
30. Kishkovskaya S.A., Buryan N.I. Methodological recommendations for biological acidification of grape must and pulp using yeast of the genus *Schizosaccharomyces*. *Yalta*, 1990:1-24 (*in Russian*).
31. Lutkov I.P. Dynamics of accumulation of organic acids in wine materials prepared from various grape varieties in the State Enterprise Agrofirma Magarach. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2009;2:28-29 (*in Russian*).
32. Makarov A.S., Yalanetskii A.Ya., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Shalimova T.R., Maksimovskaia V.A., Gramotenko A.P. Peculiarities of the composition of organic acids in

- wine materials of the Southern Coast of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking* 2018;1:36-39 (in Russian).
33. Makarov A.S., Ermolin D.V. Effective schemes of acidification of wine materials. *Vinograd.* 2011;11-12:34-36 (in Russian).
34. Vasylyk A.V., Ostroukhova E.V., Anikina N.S. Scientific and methodological foundations of the department of winemaking with geographical status in Russia: basic achievements in the way of their implementation. *Scientific Works of the North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking.* 2019;22:79-88 (in Russian).
35. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Lutkova N.Yu. Development of a system of indicators of quality and technological properties in the chain "grapes-must-wine material-wine" that differentiate Crimean wines by geographical origin. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2019;21(3):250-255 (in Russian).
36. Huang X.Y., Jiang Z.T., Tan J., Li R. Geographical origin traceability of red wines based on chemometric classification via organic acid profiles. *Journal of Food Quality.* Volume 2017, Article ID 2038073. DOI 10.1155/2017/2038073.
37. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Pogorelov D. Yu. The organic acid profile of white grape varieties growing in Crimea. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia.* 2019;56:122-132 (in Russian).
38. Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Agafonova N.M., Kolesnov A.Yu., Zenina M.A., Tsybalaev S.R. Control of authenticity and quality of wine products. Methodological aspects of the study of general and specific indicators of grapes of the Crimea. *Product Quality Control.* 2018;2:51-58 (in Russian).
39. Antonenko M.V., Guguchkina T.I., Sheludko O.N., Antonenko O.P., Semenova M.N. Development of a database for assessing the authenticity of red wines produced in the Krasnodar region. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia.* 2022;77:5 (in Russian).
40. Ivanova E.V., Kishkovskaya S.A., Ananchenkova G.M., Belyakov V.S. Current status and prospects of using methods of biological deacidification in wines produced in the steppe zone of the Crimea. *Viticulture and Winemaking. Collection of Scientific Works.* 2005;XXXV:86-90 (in Russian).
41. Peskova I., Tanashchuk T., Ostroukhova E., Slastya E., Levchenko S., Lutkova N. Prospects of using *Lachancea thermotolerans* yeast in winemaking. In *E3S Web of Conferences EDP Sciences.* 2021;247:01012. DOI 10.1051/e3scon/202124701012.
42. Vaquero C., Izquierdo-Cañas P.M., Mena-Morales A., Marchante-Cuevas L., Heras J.M., Morata A. Use of *Lachancea thermotolerans* for biological vs. chemical acidification at pilot-scale in white wines from warm areas. *Fermentation.* 2021;7(3):193. DOI:10.3390/fermentation7030193.
43. Makarov A.S., Yalanetsky A. Ya., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Shalimova T.R., Maksimovskaia V.A., Krechetova V.V. Study of quality of sparkling winematerials developed with the use of various yeast. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2017;4:41-43 (in Russian).
44. Makarov A.S., Lutkov I.P., Zhilyakova T.A., Matsko A.P., Psuturi D.I. Changes in the mass concentration of organic acids on the major stages of sparkling wine production. *Winemaking and Viticulture.* 2005;5:24-25 (in Russian).
45. *Methods of technochemical control in winemaking.* Edited by Gerzhikova V.G. 2nd edition. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (in Russian).

## Информация об авторах

**Александр Семенович Макаров**, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-мэйл: makarov150@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>;

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

**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; 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/0000-0001-5096-952>;

**Екатерина Александровна Тимошенко**, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-мэйл: ekaterina\_timoshenko.97@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7758-0478>;

**Александр Александрович Хорошко**, техник лаборатории игристых вин; [yaltasansanich@gmail.com](mailto:yaltasansanich@gmail.com);

**Анатолий Яковлевич Яланецкий**, канд. техн. наук, вице-президент; e-мэйл: yal.anatol@gmail.com;

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

**Евгений Анатольевич Сластия**, канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: phyton.crimea@gmail.com; [orcid.org/0000-0002-6750-9587](https://orcid.org/0000-0002-6750-9587);

**Вероника Анатольевна Олейникова**, мл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: veronica\_olejnikova@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>.

## Information about authors

**Alexander S. Makarov**, Dr. Tech. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: makarov150@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>;

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

**Natalia A. Shmigelskaia**, Cand. Tech. 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. Tech. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: igorlutkov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9515-4341>;

**Victoria A. Maksimovskaia**, Jr. Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: lazyrit@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2867-7510>;

**Galina V. Sivochoub**, Jr. Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: galina.sivochub@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5096-9520>;

**Ekaterina A. Timoshenko**, Jr. Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: ekaterina\_timoshenko.97@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7758-0478>;

**Alexander A. Khoroshko**, Technician, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: yaltasansanich@gmail.com;

**Anatoliy Ya. Yalanetsky**, Cand. Tech. Sci., Vice-President; e-mail: yal.anatol@gmail.com;

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

**Evgenii A. Slastia**, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: phyton.crimea@gmail.com; [orcid.org/0000-0002-6750-9587](https://orcid.org/0000-0002-6750-9587);

**Veronika A. Oleinikova**, Jr. Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: veronica\_olejnikova@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>.

Статья поступила 07.08.2023, одобрена после рецензии 21.08.2023, принята к публикации 21.08.2023.

## Антиоксидантная активность белых виноградных вин

Вяткин А.В., Арисов А.В.<sup>✉</sup>, Чугунова О.В.

Уральский государственный экономический университет, Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

<sup>✉</sup>arisov\_av@usue.ru

**Аннотация.** Окислительный стресс является патологическим процессом, который накапливает в организме человека свободные радикалы, способствующие развитию различного рода заболеваний всех систем организма. Большое количество биологически доступных антиоксидантов содержится в виноградных винах. Общая антиоксидантная активность (АОА) исследуемых образцов белых вин осуществлялась методом инверсионной потенциометрии. Показано, что антиоксидантные свойства белых вин обусловлены сортовыми особенностями винограда и технологией их переработки. Проведено исследование общей АОА 17 образцов белых вин. Значение общей АОА у исследуемых образцов белого вина находится в диапазоне от 0,681 до 3,230 ммоль/дм<sup>3</sup> экв. Полученный диапазон составляет от 2,1 до 10,1 % от рекомендуемой суточной нормы потребления в пересчете на аскорбиновую кислоту (32,024 ± 0,350 ммоль/дм<sup>3</sup> экв). Показано влияние на общую АОА вина не только сортового состава, но и почвенно-климатических условий произрастания винограда, а также условий и продолжительности выдержки. Учитывая возрастающее мировое производство и потребление вина, а также пользу для сердечно-сосудистой и других систем организма, подтвержденную многочисленными отечественными и зарубежными исследованиями, рекомендовано включение вина в рацион человека с целью повышения количества веществ антиоксидантов с учетом умеренного его количества. Употребление 100 мл белого вина может способствовать удовлетворению от 0,21 до 1,01 % рекомендуемой суточной нормы потребления в пересчете на аскорбиновую кислоту.

**Ключевые слова:** белое вино; сортовой состав; почвенно-климатические условия; окислительный стресс; общая антиоксидантная активность.

**Для цитирования:** Вяткин А.В., Арисов А.В., Чугунова О.В. Антиоксидантная активность белых виноградных вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):307-311. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.013.

ORIGINAL RESEARCH

## Antioxidant activity of white grape wines

Vyatkin A.V., Arisov A.V.<sup>✉</sup>, Chugunova O.V.

Ural State University of Economics, 62/45, 8 Marta/Narodnoy Voli str., 620144 Ekaterinburg, Russia

<sup>✉</sup>arisov\_av@usue.ru

**Abstract.** Oxidative stress is a pathological process that accumulates free radicals in the human organism, which contribute to the development of various diseases of all organism systems. A large number of biologically available antioxidants are found in grape wines. The total antioxidant activity (AOA) of the studied samples of white wines was carried out by the method of inversion potentiometry. It is shown that antioxidant properties of white wines are due to the varietal characteristics of grapes and the technology of their processing. The total AOA of 17 samples of white wines was studied. The value of the total AOA in the studied samples of white wine is in the range from 0.681 to 3.230 mmol/dm<sup>3</sup> equiv. The resulting range is from 2.1 to 10.1 % of the recommended daily intake in terms of ascorbic acid (32.024 ± 0.350 mmol/dm<sup>3</sup> equiv). The effect on the total AOA of wine is shown not only by the varietal composition, but also by the soil and climatic conditions of grape growth, as well as the conditions and duration of aging. Taking into account the increasing global production and consumption of wine, as well as the benefits for the cardiovascular and other organism systems, confirmed by numerous domestic and foreign studies, it is recommended to include wines in the human diet in order to increase the amount of antioxidant substances, taking into account its moderate amount. Drinking 100 ml white wine can contribute to the satisfaction of 2.1 to 10.1 % of the recommended daily intake in terms of ascorbic acid.

**Key words:** white wine; varietal composition; soil and climatic conditions; oxidative stress; total antioxidant activity.

**For citation:** Vyatkin A.V., Arisov A.V., Chugunova O.V. Antioxidant activity of white grape wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):307-311. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.013 (in Russian).

### Введение

В процессе нормального обмена веществ, связанного с протеканием гомолетических, гетеролетических или окислительно-восстановительных реакций, обусловленных воздействием физических, химических и биологических факторов, образуются свободные радикалы. Они являются нестабильными атомами, для которых характерно наличие одного или нескольких электронов на внешней оболочке. Такие соединения могут поспособствовать развитию различного рода заболеваний всех систем организма, включая иммунную, центральную нервную, сердечно-сосудистую и пищеварительную системы.

В результате этого пораженный организм испытывает преждевременное старение, что приводит к сокращению жизни человека. В свою очередь окислительный стресс является патологическим процессом, который накапливает в организме человека свободные радикалы [1].

В настоящее время наблюдается рост заинтересованности населения в веществах, позволяющих бороться с негативными процессами в организме человека. Это обусловлено доступностью информации, повсеместным ухудшением экологической ситуации, снижением содержания полезных веществ в продуктах питания, возрастания негативного влияния проживания в стрессовых условиях современного городского мегаполиса. К таким полезным для организма веществам можно отнести антиоксиданты, которые



позволяют снизить негативное влияние и последствия от окислительного стресса и, как следствие, свободных радикалов. Благодаря антиоксидантам активизируется работа защитных механизмов организма, которые направлены на борьбу с патологиями и заболеваниями, связанными с их полезным противодействием свободным радикалам в частности, и окислительному стрессу в целом. Помимо этого антиоксиданты способствуют профилактике и лечению ряда онкологических заболеваний, а также улучшению здоровья человека и увеличению продолжительности жизни [1, 2].

Большое количество биологически доступных антиоксидантов содержится в виноградных винах. Вино имеет сложный химический состав: оно содержит более 1000 соединений, среди которых вещества антиоксидантной природы, такие как различные альдегиды и кетоны, сахара (глюкоза и фруктоза, а также пектины), органические кислоты (алифатические поликарбоновые и ароматические кислоты бензойного и коричного рядов, в том числе оксibenзойная, протокатехиновая, галловая, яблочная, лимонная, янтарная, молочная, уксусная), азотсодержащие вещества (протеины, пептиды, аминокислоты, амиды), фенольные соединения (фенолокислоты, флавонолы, катехины, проантоцианидины, антоцианиды) а также различные витамины и минеральные вещества [3, 4]. При этом необходимо отметить, что каждый сорт винограда индивидуален, а его достоинства и недостатки в разной степени проявляются в зависимости от местных почвенно-климатических условий, естественной увлажненности, освещенности и т.д. Географическая зона производства вина является одним из определяющих факторов, поэтому изучение происхождения участка произрастания винограда очень важна [5, 6]. Таким образом, в связи с возрастающим производством и потреблением, а также безусловной пользой вина, обусловленной богатым химическим составом, целью работы является изучение общей антиоксидантной активности белого вина, произведенного в странах Старого и Нового света.

### Методы исследований

При всем многообразии доступных методик определения суммарного значения антиоксидантной активности (АОА) большая часть из них не стандартизирована, а результаты измерений, полученные с помощью разных методик, не являются коррелирующимися между собой. При этом использование полученных значений суммарной АОА с помощью какой-либо одной методики для сопоставления и ранжирования относительной ценности однотипных продуктов является оправданным, так как в данном случае значения АОА выступают в роли показателя качества продукции [7, 8]. Общая АОА исследуемых образцов белых вин осуществлялась методом инверсионной потенциометрии, в основе которого химическое взаимодействие антиоксидантов с медиаторной системой  $K_3[Fe(CN_6)]/K_4[Fe(CN_6)]$ , которое приводило к изменению ее окислительно-восстановительного потенциала. Метод инверсионной потенциоме-

трии удобен в исполнении, не требует значительных временных и финансовых затрат на необходимое оборудование [9].

В качестве средства измерения использовался многофункциональный потенциометрический анализатор МПА-1 (НПВП «Ива», Россия). Рабочим электродом служил платиновый планарный электрод (НПВП «Ива», Россия), электрод сравнения – стандартный хлорсеребряный.

### Объекты исследований

Исследуемые белые вина представлены 17 образцами из разных стран (Австралия, Австрия, Венгрия, Германия, Италия, Испания и Франция):

#### 1. Моносортовые белые вина:

- 5 образцов вина, произведенного из сорта винограда Шардоне;
- 4 образца вина, произведенного из сорта винограда Рислинг;
- 1 образец вина, произведенного из сорта винограда Пино Гриджио;
- 1 образец вина, произведенного из сорта винограда Шенен блан;
- 1 образец вина, произведенного из сорта винограда Грюнер Вельтлинер;
- 1 образец вина, произведенного из сорта винограда Совиньон блан;
- 1 образец вина, произведенного из сорта винограда Гевюрцтраминер.

#### 2. Три образца белого вина из разных сортов винограда.

Наименования, сорта винограда, а также страна и регион производства исследуемых образцов белых вин представлены в таблице.

### Результаты исследований

По результатам проведенных исследований, значение общей АОА у исследуемых образцов белого вина находится в диапазоне от 0,681 до 3,230 ммоль/дм<sup>3</sup> экв (наименьшее значение у Riesling Kilikanoon «Killerman's Run» (Австралия, сорт винограда Рислинг), наибольшее значение у Celler Acoustic «Ritme Blanc» Priorat (Испания, сорта винограда Гренаш/Гарнача и Макабео)), что показано на рис.

Полученные значения наглядно демонстрируют, что содержание антиоксидантов в исследуемых образцах белых вин является не столь значительным. Употребление 100 мл белого вина может покрыть от 0,21 до 1,01 % рекомендуемой суточной нормы потребления в пересчете на аскорбиновую кислоту (значения АОА аскорбиновой кислоты – 32,024 ± 0,350 ммоль/дм<sup>3</sup> экв).

Влияние выдержки вина, ее условий и продолжительности на значение общей АОА белого вина подтверждается динамикой данного показателя у образцов вина произведенных из сорта Шардоне. Так, среди трех образцов белого вина произведенных во Франции, наибольшее значение АОА 1,829 ммоль/дм<sup>3</sup> экв отмечается у образца «Maison Joseph Drouhin Macon-Villages», подверженного выдержке в резервуарах

## ВИНОДЕЛИЕ

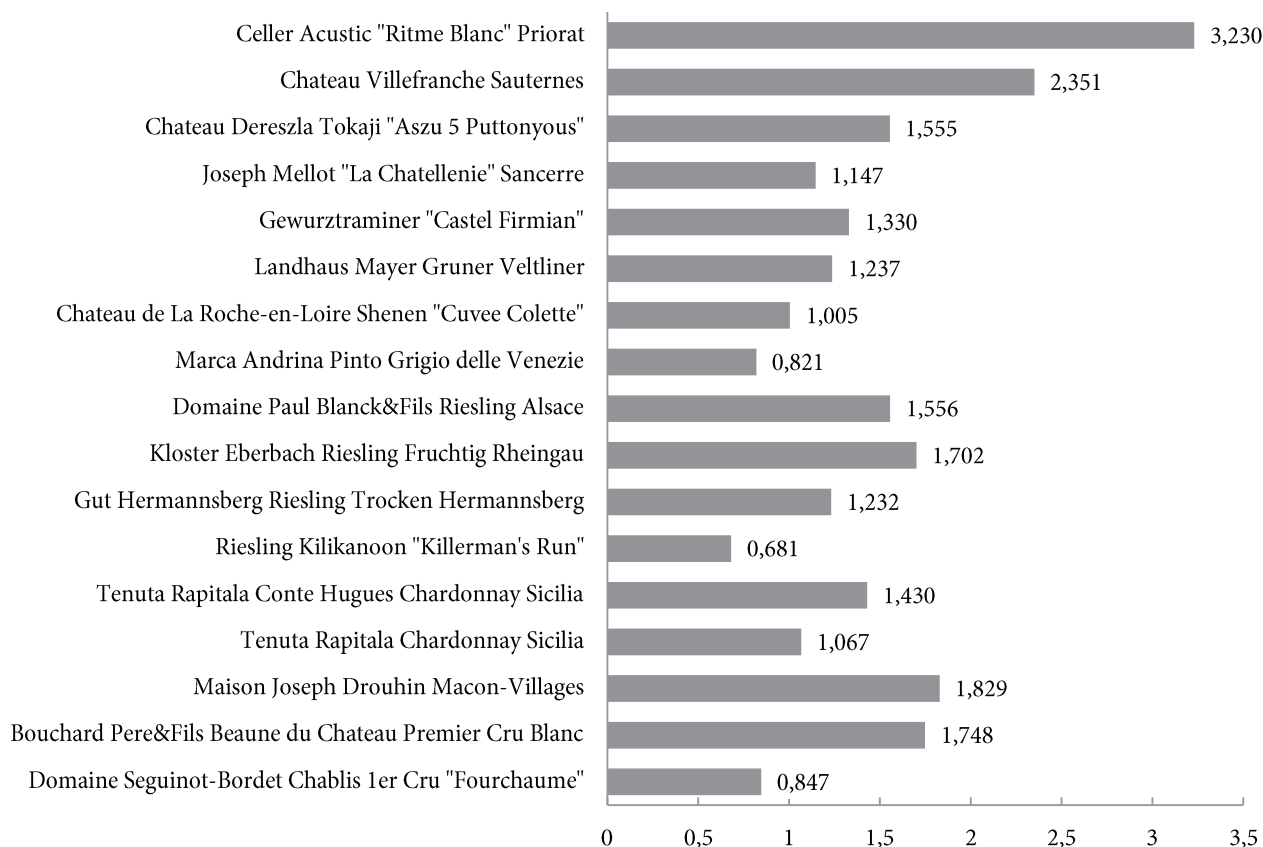
**Таблица.** Характеристика исследуемых образцов белых вин**Table.** Characteristics of the studied samples of white wines

Наименование	Страна, регион производства и сорт винограда	Почвенно-климатические особенности
Domaine Seguinot-Bordet Chablis 1er Cru "Fourchaume"	Франция, Бургундия, Шабли (Шардоне)	Почва глинисто-известняковая. Климат океанический. Средняя температура летом +18...+22°C, зимой +2...+3°C, годовые осадки 980 мм
Bouchard Pere&Fils Beaune du Chateau Premier Cru Blanc	Франция, Бургундия, Кот д'Ор (Шардоне)	Почва глинисто-известняковая. Климат океанический. Средняя температура летом +19...+21°C, зимой +3...+4°C, годовые осадки 1100-1200 мм
Maison Joseph Drouhin Macon-Villages	Франция, Бургундия, Маконе (Шардоне)	Почва глинисто-известняковая. Климат океанический. Средняя температура летом +19...+21°C, зимой +3...+4°C, годовые осадки 1000 мм
Tenuta Rapitala Chardonnay Sicilia	Италия, Сицилия (Шардоне)	Почва коричневый известняк с минеральными вкраплениями. Климат средиземноморский. Средняя температура летом +24...+27°C, зимой +10...+12°C, годовые осадки 580-600 мм
Tenuta Rapitala Conte Hugues Chardonnay Sicilia	Италия, Сицилия (Шардоне)	Почва коричневый известняк с минеральными вкраплениями. Климат средиземноморский. Средняя температура летом +24...+27°C, зимой +10...+12°C, годовые осадки 580-600 мм
Riesling Kilikanoon "Killerman's Run"	Австралия, Южная Австралия, Долина Клер (Рислинг)	Почва каштановая и известняковая. Климат умеренно-континентальный. Средняя температура летом +10...+11°C, зимой +18...+20°C, годовые осадки 500 мм
Gut Hermannsberg Riesling Trocken Hermannsberg	Германия, Наэ (Рислинг)	Почва каменистая, сланцевая, глинистая и песчаная. Климат умеренный. Средняя температура летом +16...+18°C, зимой +1...+3°C, годовые осадки 800 мм
Kloster Eberbach Riesling Fruchtig Rheingau	Германия, Рейнгау (Рислинг)	Почва песчаная, суглинистая, глинистая. Климат умеренный. Средняя температура летом +16...+18°C, зимой 0...+1°C, годовые осадки 850-900 мм
Domaine Paul Blanck&Fils Riesling Alsace	Франция, Эльзас (Рислинг)	Почва неоднородная: песчаная, известняковая, сланцевая, гранитная. Климат полуконтинентальный. Средняя температура летом +16...+18°C, зимой 0...+1°C, годовые осадки 1100 мм
Marca Andrina Pinto Grigio delle Venezie	Италия, Венето, Венеция (Пино Гриджио)	Почва мергельная, каменистая, известковая, вулканического происхождения. Климат средиземноморский –континентальный. Средняя температура летом +26...+28°C, зимой +8...+10°C, годовые осадки 800-1200 мм
Chateau de La Roche-en-Loire Shenен "Cuvee Colette"	Франция, Долина Луары (Шенен Блан)	Почва гранитная, вулканическая со слюдяным сланцем и гнейсом, а также глинисто-известковые с песком и илом. Климат атлантический. Средняя температура летом +17...+19°C, зимой +2...+4°C, годовые осадки 700-800 мм
Landhaus Mayer Gruner Veltliner	Австрия, Нижняя Австрия (Грюнер Вельтлинер)	Почва бурая и горно-подзолистая. Климат умеренный. Средняя температура летом +18...+20°C, зимой 0...+1°C, годовые осадки 800-850 мм
Gewurztraminer "Castel Firmian"	Италия, Трентино-Альто Адидже (Гевюрцтраминер)	Почва песчаная, базальтовая, глинистая. Климат холодный континентальный. Средняя температура летом +12...+14°C, зимой -5...-6°C, годовые осадки 980 мм
Joseph Mellot "La Chatellenie" Sancerre	Франция, Долина Луары, Сансер (Совиньон Блан)	Почва гранитная, вулканическая со слюдяным сланцем, а также глинисто-известковые с песком и илом. Климат атлантический. Средняя температура летом +17...+19°C, зимой +2...+4°C, годовые осадки 700-800 мм
Chateau Derezla Tokaji "Aszu 5 Puttonyous"	Венгрия, Токай (Фурминт, Мускат, Харшлелеву)	Почва глинистая. Климат умеренный. Средняя температура летом +20...+22°C, зимой 0...+1°C, годовые осадки 650-700 мм
Chateau Villefranche Sauternes	Франция, Бордо, Сотерн (Семильон, Совиньон блан, Мюскаде)	Почва осадочная, известняковая, песчаниковая. Климат атлантический. Средняя температура летом +15...+17°C, зимой +5...+7°C, годовые осадки 800 мм
Celler Acustic "Ritme Blanc" Priorat	Испания, Приорат (Гренаш /Гарнача, Макабео)	Почва сланцевая с кварцем. Климат средиземноморский. Средняя температура летом +21...+24°C, зимой +7...+8°C, годовые осадки 600 мм

из нержавеющей стали в течение 6-8 месяцев, а наименьшее 0,847 ммоль/дм<sup>3</sup> экв у образца «Domaine Seguinot-Bordet Chablis 1er Cru «Fourchaume» не подверженного выдержке. Образец вина «Bouchard Pere&Fils Beaune du Chateau Premier Cru Blanc», подверженный выдержке в дубовых бочках на протяжении 8-12 месяцев занимает среднюю позицию со значением АОА 1,748 ммоль/дм<sup>3</sup> экв. Подобная

динамика подтверждается белыми винами, произведенными в Италии: у выдержанного в течение 10 месяцев в дубовых бочках «Tenuta Rapitala Conte Hugues Chardonnay Sicilia» значение исследуемого показателя составило 1,430 ммоль/дм<sup>3</sup> экв, а у образца «Tenuta Rapitala Chardonnay Sicilia» не подверженного выдержке лишь – 1,067 ммоль/дм<sup>3</sup> экв.

Влияние почвенно-климатических условий на



**Рис.** Результаты исследования показателей общей АОА исследуемых образцов белых вин, ммоль/дм<sup>3</sup> экв  
**Fig.** Research results of indicators of the total AOA in the studied samples of white wines, mmol/dm<sup>3</sup> equiv.

значение общей АОА белого вина подтверждается динамикой значений данного показателя у образцов вина сорта Рислинг. Так, среди исследуемых образцов наименьшее значение 0,681 ммоль/дм<sup>3</sup> экв наблюдается у образца «Kilikanoon «Killerman's Run» (каштановая и известняковая почва, умеренно-континентальный климат, Австралия), наибольшее значение 1,702 ммоль/дм<sup>3</sup> экв у образца «Kloster Eberbach Riesling Fruchtig Rheingau» (песчаная и глинистая почва, умеренный климат, Германия).

Среди других моносортных образцов белых вин наименьшие значения АОА наблюдаются у итальянского «Marca Andrina Pinto Grigio delle Venezie», произведенного из сорта Пино Гриджио – 0,821 ммоль/дм<sup>3</sup> экв и французского «Chateau de La Roche-en-Loire Shenен «Cuvee Colette», произведённого из сорта Шенен блан – 1,005 ммоль/дм<sup>3</sup> экв; наибольшие значения у итальянского «Gewurztraminer «Castel Firmian», произведенного из сорта Гевюрцтраминер – 1,330 ммоль/дм<sup>3</sup> экв, и австрийского «Landhaus Mayer Gruner Veltliner», произведенного из сорта Грюнер Вельтлинер – 1,237 ммоль/дм<sup>3</sup> экв. При этом наибольшие значения 3,230 и 2,351 ммоль/дм<sup>3</sup> экв наблюдаются у образцов вина, изготовленных из нескольких сортов винограда – испанского «Celler Acustic «Ritme Blanc» Priorat» (сорта Гренаш/Гарнача, Макабео) и французского «Chateau Villefranche Sauternes» (сорта Семильон, Совиньон блан, Мюскаде) соответственно.

### Выводы

Доказано влияние на общую АОА вина, помимо технология виноделия и агротехнологических параметров, не только сортового состава, но и почвенно-климатических условий произрастания винограда, а также условий и продолжительности выдержки. Учитывая возрастающее мировое производство и потребление вина, обусловленное возрастающей популярностью и гастрономической ценностью, а также пользу для сердечно-сосудистой и других систем организма, подтвержденную многочисленными зарубежными исследованиями, включение вина в рацион человека с целью повышения количества веществ антиоксидантов является целесообразным. Так, употребление 100 мл белого вина может способствовать удовлетворению суточной потребности от 0,21 до 1,01 % от рекомендуемой суточной нормы потребления в пересчете на аскорбиновую кислоту (значения АОА аскорбиновой кислоты – 32,024 ± 0,350 ммоль/дм<sup>3</sup> экв).

### Источник финансирования

Не указан.

### Financing source

Not specified.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

**Список литературы**

1. Adwas A.A., Elsayed A.S.I., Azab A.E., Quwaydir F.A. Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*. 2019;6(1):43-47. DOI 10.15406/jabb.2019.06.00173.
2. Wurz D.A. Wine and health: a review of its benefits to human health. *BIO Web of Conferences*. 2019;12:04001. DOI 10.1051/bioconf/20191204001.
3. Аристова Н.И., Гришин Ю.В., Панов Д.А. Исследование фенольного состава винопродукции в зависимости от способа переработки виноградной грозди // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2019;71(5)1:212-220.
4. Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Огай Ю.А., Маркосов В.А. Полифенолы винограда – пищевые функциональные ингредиенты тихих столовых и игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;3(20):93-95.
5. Гугучкина Т.И. Агро- и биотехнологические факторы формирования качества вина // Научные труды северокавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства. 2016;9:264-270.
6. Султанова Г.Е., Евгеньев М.И., Герасимов М.К., Лапин А.А. Повышение антиоксидантных свойств вин // Журнал экологии и промышленной безопасности. 2010;46(2):87-90.
7. Умарова Н.Н., Давлетшина Ф.И., Вильданова А.И., Евгеньев М.И. Многомерный анализ качества вин // Вестник технологического университета. 2016;19(13):145-148.
8. Тринева О.В. Методы определения антиоксидантной активности объектов растительного и синтетического происхождения в фармации (обзор) // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2017;(4):180-197.
9. Тарасов А.В., Чугунова О.В., Стожко Н.Ю. Потенциометрическая сенсорная система на основе модифицированных толстопленочных электродов для определения антиоксидантной активности напитков // Индустрия питания.

2020;5(3):85–96. DOI 10.29141/2500-1922-2020-5-3-10.

**References**

1. Adwas A.A., Elsayed A.S.I., Azab A.E., Quwaydir F.A. Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*. 2019;6(1):43-47. DOI 10.15406/jabb.2019.06.00173.
2. Wurz D.A. Wine and health: a review of its benefits to human health. *BIO Web of Conferences*. 2019;12:04001. DOI 10.1051/bioconf/20191204001.
3. Aristova N.I., Grishin Yu.V., Panov D.A. Study of the dynamics of the phenolic composition of vine production depending on the method of processing grapes. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*. 2019;71(5)1:212-220 (*in Russian*).
4. Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Grishin Yu.V., Mosolkova V.Ye., Ogay Yu.A., Markosov V.A. Grape polyphenols as food functional ingredients of still and sparkling wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;3(20):93-95 (*in Russian*).
5. Guguchkina T.I. Agricultural and biotechnological factors of wine quality formation. *Scientific works of the North Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture*. 2016;9:264-270 (*in Russian*).
6. Sultanova G.E., Evgeniev M.I., Gerasimov M.K., Lapin A.A. Improving the antioxidant properties of wines. *Journal of Ecology and Industrial Safety*. 2010;46(2):87-90 (*in Russian*).
7. Umarova N.N., Davletshina F.I., Vildanova A.I., Evgen'ev M.I. Multivariate analysis of wine quality. *Herald of Technological University*. 2016;19(13):145-148 (*in Russian*).
8. Trineeva O.V. Methods of determination of antioxidant activity of plant and synthetic origins in pharmacy (review). *Drug Development & Registration*. 2017;(4):180-197 (*in Russian*).
9. Tarasov A.V., Chugunova O.V., Stozhko N.Yu. Potentiometric sensor system based on modified thick-film electrodes for determining the antioxidant activity of beverages. *Food Industry*. 2020;5(3):85–96. DOI 10.29141/2500-1922-2020-5-3-10 (*in Russian*).

**Информация об авторах**

**Антон Владимирович Вяткин**, канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры туристического бизнеса и гостеприимства; e-мейл: 3dognight2009@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0214-2398>;

**Александр Валерьевич Арисов**, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии питания; e-мейл: arisov\_av@usue.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8005-1697>;

**Ольга Викторовна Чугунова**, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технологии питания; e-мейл: chugunova@usue.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7039-4047>.

**Information about authors**

**Anton V. Vyatkin**, Cand. Techn. Sci., Senior Lecturer of the Department of Tourism Business and Hospitality; e-mail: 3dognight2009@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0214-2398>;

**Alexander V. Arisov**, Cand. Techn. Sci., Associate Professor of the Department of Nutrition Technology; e-mail: arisov\_av@usue.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8005-1697>;

**Olga V. Chugunova**, Dr. Techn. Sci., Head of the Department of Nutrition Technology; e-mail: chugunova@usue.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7039-4047>.

Статья поступила 11.08.2023, одобрена после рецензии 18.08.2023, принята к публикации 21.08.2023.

## Фенольный профиль молодых побегов винограда сорта Каберне Совиньон, произрастающего в условиях Южного берега Крыма

Жилякова Т.А.<sup>✉</sup>, Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М.

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

<sup>✉</sup>golden.heart@mail.ru

**Аннотация.** В настоящее время основной способ получения биологически активных фенольных соединений – это прямая экстракция из растительного сырья. В связи с этим актуальным является поиск новых сырьевых источников природных полифенолов и исследование их фенольного состава. Молодые побеги и их части, остающиеся на виноградниках после летней обломки, являются малоизученными отходами виноградарства. Цель данного исследования состояла в оценке фенольного потенциала таких отходов как источника функциональных соединений для инновационных целей. В работе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектированием исследован фенольный профиль июньских молодых побегов винограда сорта Каберне Совиньон в условиях культивирования на Южном берегу Крыма. В побегах идентифицированы и количественно определены 17 фенольных соединений: один флаван-3-ол ((+)-D-катехин), два стильбена (*транс*-ресвератрол, *транс*-ε-виниферин), две гидроксibenзойные кислоты (галловая, эллаговая), 6 гидроксикоричных кислот (кафтаровая, каутаровая, фертаровая, кофейная, п-кумаровая, этиловый эфир п-кумаровой кислоты), 6 флавонолов (кверцетин, кемпферол, кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронид, кверцетин-3-О-глюкозид, кемферол-3,7-ди-О-глюкозид, изорамнетин-3-О-глюкозид). Общее содержание фенольных веществ в молодых побегах, определенное путем суммирования данных ВЭЖХ, составило в среднем  $16,2 \pm 2,2$  г/кг сухой массы с соответствующими относительными вкладами полимерных и олигомерных проантоцианидинов 49 % и 2 %. Средние суммарные доли отдельных классов фенольных соединений в общем содержании ранжируются в следующем порядке (%): проантоцианидины (51) > флавонолы (41) > гидроксibenзойные кислоты (4) > гидроксикоричные кислоты (3) > флаван-3-олы (0,4) > стильбеноиды (0,3). Основную долю гидроксикоричных кислот составляла кафтаровая кислота (79 %), гидроксibenзойных – эллаговая (80 %), стильбенов – *транс*-ε-виниферин (70 %), флавонолов – глюкозиды кверцетина (92 %), проантоцианидинов – полимерные формы (96 %). По общему содержанию фенольных соединений молодые побеги не уступают лозе и выжимкам красных сортов винограда. Таким образом, молодые побеги винограда сорта Каберне Совиньон, культивируемого на Южном берегу Крыма, после июньской обломки могут быть использованы в инновационных целях для получения экстрактов, обогащенных полимерными проантоцианидинами, глюкозидами кверцетина, кафтаровой и эллаговой фенольными кислотами – биологически активными веществами фенольной природы.

**Ключевые слова:** виноград; летняя обломка; побеги; ВЭЖХ; флавоноиды; проантоцианидины; фенольные кислоты; стильбены; вторичные продукты; экстракты.

**Для цитирования:** Жилякова Т.А., Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М. Фенольный профиль молодых побегов винограда сорта Каберне Совиньон, произрастающего в условиях Южного берега Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):312-318. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.014.

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

## Phenolic profile of young shoots of 'Cabernet Sauvignon' grapevine cultivar growing in the South Coast of Crimea conditions

Zhilyakova T.A.<sup>✉</sup>, Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E., Solovyova L.M.

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

<sup>✉</sup>golden.heart@mail.ru

**Abstract.** Currently, the basic method for obtaining biologically active phenolic compounds is a direct extraction from plant materials. In this regard, the search for new raw material sources of natural polyphenols and the study of their phenolic composition is relevant. Young shoots and their parts, remaining in the vineyards after summer choice of shoots, are less-studied by-products of viticulture. The purpose of this study was to assess the phenolic potential of such by-products as a source of functional compounds for innovative purposes. In this work, the phenolic profile of June young shoots of 'Cabernet Sauvignon' grapes under the South Coast of Crimea cultivation conditions was studied using high-performance liquid chromatography with diode-array detection. Seventeen phenolic compounds were identified and quantified in the shoots: one flavan-3-ol ((+)-D-catechin), two stilbenes (*trans*-resveratrol, *trans*-ε-viniferin), two hydroxybenzoic acids (gallic, ellagic), 6 hydroxycinnamic acids (caftaric, cautaric, fertaric, caffeic, p-coumaric, ethyl ester of p-coumaric acid), 6 flavonols (quercetin, kaempferol, quercetin-3-O-glucoside-7-O-glucuronide, quercetin-3-O-glucoside, kaempferol-3,7-di-O-glucoside, isorhamnetin-3-O-glucoside). The total content of phenolic substances in young shoots, determined by summing up of HPLC data, averaged  $16.2 \pm 2.2$  g/kg dry weight with the corresponding fractional contributions of polymeric and oligomeric proanthocyanidins of 49 % and 2 %. The average total proportions of individual classes of phenolic compounds in the total content are ranked in the following order (%): proanthocyanidins (51) > flavonols (41) > hydroxybenzoic acids (4) > hydroxycinnamic acids (3) > flavan-3-ols (0.4) > stilbenoids (0.3). Major proportion of hydroxycinnamic acids was composed by caftaric acid (79 %), hydroxybenzoic acids - ellagic (80 %), stilbenes - *trans*-ε-viniferin (70 %), flavonols - quercetin glucosides (92 %), proanthocyanidins - polymeric forms (96 %). Young shoots are not inferior to the vine and pomace of red grapevine cultivars in terms of the total content of phenolic compounds. Thus, young shoots of 'Cabernet Sauvignon' grapes cultivated in the South Coast of Crimea, after the choice of shoots in June, can be used for innovative purposes to obtain the extracts enriched with polymeric proanthocyanidins, quercetin glucosides, caftaric and ellagic phenolic acids as biologically active substances of phenolic nature.

**Key words:** grapes; summer choice of shoots; shoots; HPLC; flavonoids; proanthocyanidins; phenolic acids; stilbenes; secondary products; extracts.

**For citation:** Zhilyakova T.A., Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E., Solovyova L.M. Phenolic profile of young shoots of 'Cabernet Sauvignon' grapevine cultivar growing in the South Coast of Crimea conditions. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):312-318. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.014 (in Russian).

## Введение

Известно, что полифенолы виноградной грозди антоцианы, флавонолы, флаван-3-олы, фенольные кислоты, стильбены являются важными для метаболизма высших растений и здоровья человека соединениями [1, 2]. Широкий спектр биологической активности позволяет использовать их терапевтический потенциал в профилактике и лечении ряда заболеваний, связанных с генерацией активных форм кислорода, таких как атеросклероз, ишемическая болезнь сердца и рак [2–5], нейродегенеративных расстройств, бактериальных, вирусных и коронавирусных инфекций [6–10].

В настоящее время прямая экстракция из растительного сырья является основным способом получения биологически активных соединений фенольной природы, в связи с чем поиск новых сырьевых источников остается актуальным [11, 12]. Одним из таких малоизученных отходов виноградарства являются молодые побеги и их части, ежегодно образующиеся в процессе комплекса технологических операций с зелеными частями куста, включающих обломку, прищипывание, подвязку и др. (ГОСТ Р 52681–2006). Фенольный состав вегетативных органов винограда: листьев, гребней, стеблей вызревших безлиственных одревесневших однолетних побегов (лозы) и многолетней древесины, – в настоящее время интенсивно исследуется, и результаты более чем 70 работ, преимущественно за последнее десятилетие, систематизированы в обзоре [13]. В то же время литературные данные о фенольном составе молодых летних или осенних побегов и их частей немногочисленны и касаются определения отдельных стильбенов [14–18], фенольных кислот и флаван-3-олов [15], суммарных концентраций гидроксикоричных кислот, стильбенов, антоцианов, флавонолов, процианидинов [19], не охватывая весь спектр фенольных соединений, в частности, гидроксibenзойные кислоты и полимерные проантоцианидины, присутствующие в листьях [20, 21], составляющих до половины сырой массы побегов.

Так, например, в молодых листьях, усиках и побегах технических сортов *Vitis vinifera* из трех регионов Чехии в июле после летней обломки определены *транс*- и *цис*-изомеры ресвератрола и пицеида с максимальным содержанием в побегах *транс*-ресвератрола, а в листьях – *транс*- и *цис*-пицеида [14], при этом на уровень *транс*-ресвератрола большее влияние оказывал сорт и регион возделывания винограда, чем высушивание при комнатных или повышенных до 35–40°C температурах. Авторы исследования делают вывод о перспективности использования отходов летней обломки виноградников в виде зеленых побегов после консервации путем высушивания в качестве ценного и недорогого источника стильбенов для вторичной переработки внутрицеллюлозы или в пищевые и кормовые добавки [14].

Июльские молодые побеги морозостойких гибридных сортов *Vitis vinifera*, культивируемых в условиях открытого грунта в Эстонии [16] и технических сортов *Vitis vinifera*, произрастающих в юго-запад-

ной зоне Крыма (г. Севастополь), содержали *транс*-ресвератрол и *транс*-ε-виниферин [17].

В соцветиях молодых побегов винограда сорта Мерло, произрастающего в Венгрии, стильбены не были обнаружены, в то время как в верхушках побегов и в незрелых зеленых гроздях присутствовали *транс*-изомеры ресвератрола, пицеида и ε-виниферина с большей концентрацией *транс*-ε-виниферина, минимальной – *транс*-ресвератрола в этих частях и более высокими концентрациями стильбенов в зеленых гроздьях, чем в верхушках молодого побега [18].

Исходя из вышеизложенного, распределение стильбеновых фенольных соединений (ФС) по структурным элементам молодого побега неоднородно: в листьях преобладает пицеид (глюкозид ресвератрола), в незрелых гроздьях – ε-виниферин (димер ресвератрола), в побегах соотношение между *транс*-ресвератролом и его производными, по-видимому, зависит от места произрастания винограда, сорта и вегетационного периода [14, 17].

В осенних молодых побегах технических сортов *Vitis vinifera*, произрастающих в Чехии, кроме *транс*-ресвератрола и *транс*-пицеида, установлены диапазоны концентраций каftarовой кислоты, флавонолов и общих фенольных веществ [15]; по сравнению с ягодами, гребнями и листьями, собранными в тот же период, молодые побеги отличались большими концентрациями *транс*-пицеида и каftarовой кислоты: 12,6–99,7 и 474–2257 мг/кг сырой массы соответственно. В августовских и сентябрьских молодых побегах винограда столовых сортов, культивируемых в Крыму (п. Морское), определены суммарные концентрации стильбенов, флавонолов, гидроксикоричных кислот, процианидинов и антоцианов [19], при этом по сравнению с лозой того же вегетационного периода молодые побеги содержали более высокие суммарные концентрации флавонолов и гидроксикоричных кислот: до 1132 и 1125 мг/кг сырой массы, соответственно.

Листья американских сортов винограда *Vitis rotundifolia* Michx, произрастающего в США (Южная Джорджия), содержали в период сбора урожая в качестве основных фенольных соединений, помимо флавонолов, гидроксibenзойные кислоты: эллаговую и галловую, – в количестве 667 и 86 мг/кг сырой массы, соответственно [20]. В осенних листьях винограда технических сортов *Vitis vinifera* из предгорной зоны Крыма присутствовали гидроксibenзойная синевая кислота и полимерные проантоцианидины в концентрациях 11–30 мг/кг и 21,3 г/кг сухой массы, соответственно [21].

Благодаря своим антиоксидантным свойствам и малой токсичности гидроксикоричные и гидроксibenзойные кислоты широко используются в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности [22]. Эллаговая кислота, например, является перспективным соединением для противоопухолевой терапии [23].

Стильбены также являются мощными антиоксидантами, причем ε-виниферин оказывает втрое

более сильный антиоксидантный эффект, чем трансресвератрол [6, 7]. Каждый из этих стильбенов может регулировать клеточный цикл опухолевых клеток, воздействуя на разные мишени [24], что может усиливать биологический эффект экстрактов, содержащих оба стильбена, способствуя снижению их индивидуальных концентраций и тем самым – прооксидантных эффектов [2]. Среди димеров стильбеноидов  $\epsilon$ -виниферин также показал максимальную антимикробную активность одновременно против двух штаммов *Streptococcus* – патогенов ротовой полости [8].

Таким образом, литературные данные свидетельствуют о том, что летние и осенние молодые побеги винограда являются источником ценных биологически активных веществ, качественный состав и количественное содержание которых зависит от сорта винограда и условий его произрастания. Распределение стильбенов и других фенольных соединений по структурным элементам побега является неоднородным. В литературе нет сведений о присутствии в молодых побегах гидроксibenзойных кислот и полимерных проантоцианидинов.

В этой связи актуальным является исследование полного спектра фенольных соединений молодых побегов разных сортов винограда с привязкой к конкретному региону возделывания.

**Цель настоящей работы** – определение качественного и количественного состава фенольных соединений молодых побегов Каберне Совиньон, культивируемого на Южном берегу Крыма (ЮБК).

#### Материалы и методы

Образцы молодых побегов Каберне Совиньон (КС) отбирали из междурядий в течение недели после обломки, проведенной 2 июня 2021 г. в центральной части виноградника АО «ПАО «Массандра» (г. Ялта, мкр. Аутка), и сразу деструктурировали на измельчителе Bosh AXT Rapid 2000.

Полученную биомассу подвергали одностадийной экстракции этиловым спиртом (95 % об.) в соотношении массы побегов к объему спирта 1:6 путем настоя смеси при комнатной температуре в лабораторных условиях в течение не менее 4-х недель до выхода процесса экстракции на насыщение [21]. После этого в экс-

трактах определяли фенольные соединения методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектированием на хроматографе типа «Agilent 1100» в соответствии с разработанной нами ранее методикой [25]. Результаты определений выражали в пересчете на сухую массу (СМ) побегов. Влажность контролировали высушиванием навески побегов в сушильном шкафу при 105°C до постоянной массы (согласно ГОСТ 24027.2–80). Средняя влажность побегов за период наблюдения составила 62,8±14,2 %.

#### Результаты и обсуждение

В исследованных образцах молодых побегов винограда КС (табл.) идентифицированы шесть гидроксикоричных кислот (ГКК), две гидроксibenзойные

**Таблица.** Содержание ФС в молодых побегах КС (ЮБК) после обломки: среднее значение (С), среднеквадратичное отклонение (СКО) и интервал варьирования (мин.–макс.) в течение недели подсушивания в междурядьях

**Table.** The content of PhC in young shoots of CS (SCC) after the choice of shoots: mean value (M), standard deviation (RMS) and variation interval (min.–max.) during the week of drying the space between rows

Наименование компонента	Концентрация, мг/кг сухой массы				Доля, %	
	С	СКО	мин.	макс.	в классе ФС	в сумме ФС
Гидроксикоричные кислоты:	459,10	242,2	232,8	787,7	100,0	2,84
кафтаровая кислота	361,3	195,40	168,4	618,9	78,7	2,24
каутаровая кислота	53,00	28,92	28,0	94,4	11,5	0,33
фертаровая кислота	34,30	8,38	25,6	43,4	7,5	0,21
кофейная кислота	4,80	9,60	0	19,2	1,0	0,03
п-кумаровая к-та	4,23	5,24	0	10,8	0,9	0,03
этиловый эфир п-кумаровой кислоты	1,43	2,85	0	5,7	0,3	0,01
Гидроксibenзойные кислоты:	698,28	20,14	682,1	727,4	100	4,32
эллаговая кислота	555,15	34,22	508,2	584,6	79,5	3,44
галловая кислота	143,13	37,06	103,8	175,6	20,5	0,89
Стильбены:	53,30	29,48	23,6	88,5	100,0	0,33
$\epsilon$ -виниферин	37,33	26,68	10,1	66,0	70,0	0,23
транс-ресвератрол	15,93	4,58	12,3	22,5	29,9	0,10
Флавонолы:	6605,2	647,42	6082,9	7440,5	100	40,88
кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронид	5316,4	644,37	4725,6	6075,5	80,5	32,90
кверцетин-3-О-глюкозид	789,25	65,06	711,8	856,4	11,9	4,88
изорамнетин-3-О-глюкозид	231,30	27,76	189,8	246,8	3,5	1,43
кемферол-3,7-ди-О-глюкозид	173,43	16,74	153,4	193,1	2,6	1,07
кверцетин	82,63	10,80	68,7	91,8	1,3	0,51
кемпферол	12,18	1,85	10,2	14,6	0,2	0,08
Флаван-3-олы: (+)-D-катехин	69,35	23,66	40,7	95,2	100	0,43
Проантоцианидины:	8274,1	1633,7	7086,6	10596	100	51,20
полимерные	7931,6	1735,3	6519,3	10346	95,9	49,08
олигомерные	342,48	211,02	211,3	657,8	4,1	2,12
Сумма ФС	16159	2242,7	14300	19313	–	100

кислоты (ГБК), два стильбеноида, шесть флавонолов, один флаван-3-ол и две группы конденсированных танинов – олигомерные и полимерные проантоцианидины (ПЦ).

ГКК в июньских побегах КС представлены кафтаровой, каутаровой, фертаровой, кофейной, п-кумаровой кислотами и этиловым эфиром п-кумаровой кислоты. Три последних соединения не были идентифицированы в побегах сразу после обломки, а спустя пять (п-кумаровая кислота) и семь суток (кофейная кислота, этиловый эфир п-кумаровой кислоты) подсушивания в междурядьях. По-видимому, это может быть связано с постепенным замедлением метаболизма высокомолекулярных ФС из-за обезвоживания и накоплением их предшественников, в качестве которых выступают гидроксикоричные кислоты [1]. Суммарная концентрация ГКК варьировала от 233 до 788 мг/кг СМ, при этом 79 % ГКК представлены кафтаровой кислотой. Доли кофейной, п-кумаровой кислоты и этилового эфира последней не превышали 1 %.

ГБК побегов КС представлены галловой и эллаговой кислотами, суммарное содержание которых за неделю подсушивания варьировала от 682 до 727 мг/кг СМ при среднем максимальном вкладе (79,5 %) эллаговой кислоты.

Из стильбенов в побегах КС содержались транс-изомеры ресвератрола и  $\epsilon$ -виниферина, суммарная концентрация которых изменялась от 23,6 до 88,5 мг/кг СМ с преобладанием  $\epsilon$ -виниферина (70 % от общего содержания стильбенов).

Концентрация транс-ресвератрола в побегах КС: 12,3–22,5 мг/кг СМ, – сопоставима с таковой в летних и осенних молодых побегах *Vitis vinifera* – 2–80 мг/кг СМ [14, 17], в летних и осенних листьях *Vitis amurensis* – 4–18 мг/кг СМ [26], но ниже, чем в осенних листьях *Vitis vinifera* – 31–170,5 мг/кг СМ [21, 27].

Содержание  $\epsilon$ -виниферина в побегах КС, составляющее 10,1–66,0 мг/кг СМ, соответствует диапазону концентраций, установленных рядом авторов для побегов *Vitis vinifera* и гибридов – от 0 до 100 мг/кг СМ [16–18].

Из флавонолов в молодых побегах КС определены кверцетин, кемпферол и 4 глюкозида: кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронид, кверцетин-3-О-глюкозид, кемпферол-3,7-ди-О-глюкозид и изорамнетин-3-О-глюкозид. Суммарная концентрация флавонолов варьировала в пределах 6083–7441 мг/кг СМ с максимальными вкладами кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронида (80,5 %) и кверцетин-3-О-глюкозида (12 %), минимальными – кверцетина и кемпферола – 1,3 и 0,3 %, соответственно. Доля глюкозидов в суммарном содержании флавонолов составляла 98,5 %, в том числе глюкозидов кверцетина – 92 %.

Из мономерных флаван-3-олов в побегах КС сохранился (+)-D-катехин в концентрации  $69 \pm 24$  мг/кг СМ.

Проантоцианидины – производные флаван-3-олов различной степени полимеризации – содержались в побегах КС в концентрациях 7087–10596 мг/кг

СМ со значительным преобладанием полимерных форм (96 %) над олигомерными (4 %).

Суммарная концентрация идентифицированных ФС в молодых побегах КС варьировала от 14300 до 19313 мг/кг СМ (табл.), что в среднем в 1,6 раза превышает общее содержание фенольных компонентов в однолетней лозе (7,7–15,1 г/кг СМ) [21], сопоставимо с таковым в выжимках из красных сортов винограда ( $24,6 \pm 7,0$  г/кг СМ) [28]. В то же время молодые побеги КС уступают по общему запасу ФС летним и осенним листьям винограда (23–63 г/кг СМ) [21, 29]. Таким образом, по общему запасу ФС молодые побеги КС занимают промежуточное положение между лозой и листьями и сопоставимы с выжимками из красных сортов винограда.

Суммарные концентрации отдельных классов ФС июньских молодых побегов КС в порядке убывания образуют следующий ряд (в среднем, мг/кг СМ): полимерные ПЦ (7932) > флавонолы (6605) > гидроксикоричные кислоты (698) > гидроксикоричные кислоты (459) > олигомерные ПЦ (342) > флаван-3-олы (69) > стильбеноиды (53).

Таким образом, в июньских побегах КС доминировали полимерные ПЦ и флавонолы, доли которых в общем содержании ФС составляли 49 % и 41 %, соответственно. Известно, что проантоцианидины и флавонолы биологически активны при коррекции метаболического синдрома, профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, оказывают противовоспалительный эффект, проявляя Р-витаминное действие [29–31]. Таким образом, побеги КС могут использоваться в качестве сырья для получения экстрактов, обогащенных биологически активными ФС.

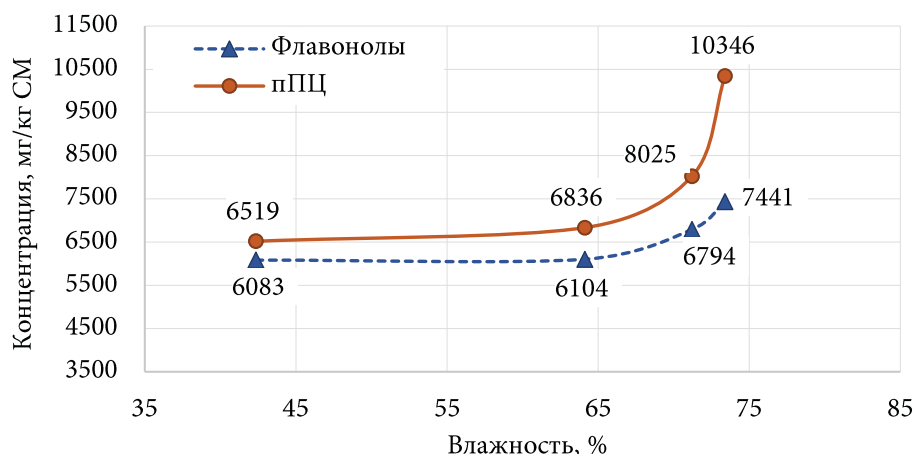
Для заготовки побегов как вторичного сырья виноградарства важно знать изменение концентрации ФС в них после обломки. В процессе подсушивания в междурядьях содержание полимерных ПЦ и флавонолов в побегах КС (рис.) уменьшалось на 37 % и 18 % при уменьшении влажности с 73 % до 42 %, соответственно, в течение семи суток после обломки, что свидетельствовало о торможении процесса биосинтеза основных ФС при потере тканями воды. Данный факт необходимо учитывать при заготовке молодых побегов после обломки с целью минимизации потерь ФС.

### Выводы

Установлено, что по технологическому запасу фенольных соединений молодые побеги винограда сорта Каберне Совиньон, произрастающего в условиях ЮБК, не уступают лозе и выжимкам из красных сортов винограда, что делает перспективным их использование в качестве сырья для экстракции с целью получения инновационной продукции, обогащенной природными биологически активными веществами.

Исследование качественного состава и количественного содержания фенольного комплекса побегов показало, что суммарная концентрация фенольных соединений составляла  $16159 \pm 2243$  мг/кг СМ, при этом доля полимерных проантоцианидинов в среднем составляла 49 %; флавонолов – 41 %; гидрок-





**Рис.** Зависимость содержания суммарных флавонолов и полимерных проантоцианидинов (пПЦ) в июньских побегах сорта КС от влажности побегов **Fig.** Dependence of the content of total flavonols and polymeric proanthocyanidins (pPC) in the June shoots of CS cultivar on shoot humidity

сибензойных и гидроксикоричных кислот – не превышала 4 %; олигомерных проантоцианидинов – 2 %; флаван-3-олов и стильбенов – не превышала 1 %.

В результате исследований идентифицированы 17 компонентов, относящихся к разным классам ФС – гидроксикоричные кислоты (кафтаровая, каутаровая, фертаровая, кофейная, п-кумаровая, этиловый эфир п-кумаровой кислоты), гидроксисибензойные кислоты (галловая, эллаговая), стильбеноиды (*транс*-ресвератрол, *транс*- $\epsilon$ -виниферин), флавонолы (кверцетин, кемпферол, кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронид, кверцетин-3-О-глюкозид, кемферол-3,7-ди-О-глюкозид, изорамнетин-3-О-глюкозид), флаван-3-олы (катехин), а также конденсированные танины (олигомерные и полимерные проантоцианидины).

Выявлено, что основную долю гидроксикоричных кислот составляла кафтаровая кислота – в среднем 79 %, гидроксисибензойных кислот – эллаговая (80 %), стильбенов – *транс*- $\epsilon$ -виниферин (70 %), флавонолов – глюкозиды кверцетина (92 %), проантоцианидинов – полимерные формы (96 %).

Установлено, что подсушивание побегов в междурядьях в течение недели приводит к снижению концентрации флавонолов и полимерных проантоцианидинов соответственно в 1,2 и 1,6 раза, что необходимо учитывать при заготовке сырья для экстракции.

Работа будет продолжена в направлении определения состава и оценки технологического потенциала фенольных соединений в молодых побегах винограда разных видов и сортов.

#### Источник финансирования

Работа выполняется в рамках государственного задания № FNZM-2022-0004.

#### Financing source

The study was conducted under public assignment No. FNZM-2022-0004.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

1. Flamini R., Mattivi F., De Rosso M., Arapitsas P., Bavaresco L. Advanced knowledge of three important classes of grape phenolics: anthocyanins, stilbenes and flavonols. *Int. J. Mol. Sci.* 2013;14:19651–19669. DOI 10.3390/ijms141019651.
2. Chedea V.S., Tomoiagă L.L., Macovei S.O., Măgureanu D.C., Iliescu M.L., Bocsan I.C., Buzoianu A.D., Voşloban C.M., Pop R.M. Antioxidant/pro-oxidant actions of polyphenols from grapevine and wine by-products-base for complementary therapy in ischemic heart diseases. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021;8:750508. DOI 10.3389/fcvm.2021.750508.
3. Xia E., Deng G., Guo Y., Li H. Biological activities of polyphenols from grapes. *Int. J. Mol. Sci.* 2010;11(2):622–646. DOI 10.3390/ijms11020622.
4. Troilo M., Difonzo G., Vito M., Paradiso V.M., Summo C., Caponio F. Bioactive compounds from vine shoots, grape stalks, and wine lees: their potential use in agro-food chains. *Foods.* 2021;10(2):342. DOI 10.3390/foods10020342.
5. Kalli E., Lappa I., Bouchagier P., Tarantilis P.A., Skotti E. Novel application and industrial exploitation of winery by-products. *Bioresour. Bioprocess.* 2018;5:46. DOI 10.1186/s40643-018-0232-6.
6. Biais B., Krisa S., Cluzet S., Da Costa G., Waffo-Téguo P., Mérillon J.-M., Richard T. Antioxidant and cytoprotective activities of grapevine stilbenes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2017;65:4952–4960. DOI 10.1021/acs.jafc.7b01254.
7. Xue Y.Q., Di J.M., Luo Y., Cheng K.J., Wei X., Shi Z. Resveratrol oligomers for the prevention and treatment of cancers. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity.* 2014:765832. DOI 10.1155/2014/765832.
8. Wang X.F., Yao C.S. Naturally active oligostilbenes. *J. Asian Nat. Prod. Res.* 2016;18:376–407. DOI 10.1080/10286020.2015.1094464.
9. Zhu Yue, Xie De-Yu. Docking characterization and *in vitro* inhibitory activity of flavan-3-ols and dimeric proanthocyanidins against the main protease activity of SARS-Cov-2. *Frontiers in Plant Science.* 2020;11. DOI 10.3389/fpls.2020.601316.
10. Дерябин О.Н., Завелевич М.П., Старосила Д.Б., Пальчиковская Л.И., Платонов М.О., Атаманюк В.П., Рыбалко С.Л. Природные полифенолы как ингибиторы взаимодействия коронавируса с клетками: обзор литературы и экспериментальные данные // Украинський медичний часопис. 2020;3(137):1–V/Vi:1–6. DOI 10.32471/umj.1680-3051.137.178833.
11. He Q., Szczepańska P., Yuzbashev T., Lazar Z., Ledesma-Amaro R. De novo production of resveratrol from glycerol by engineering different metabolic pathways in *Yarrowia lipolytica*. *Metab. Eng. Commun.* 2020;11:e00146. DOI 10.1016/j.mec.2020.e00146.
12. Valletta A., Iozia L.M., Leonelli F. Impact of environmental factors on stilbene biosynthesis. *Plants.* 2021;10(1):90. DOI 10.3390/plants10010090.
13. Goufo P., Singh R.K., Cortez I.A. Reference list of phenolic compounds (including stilbenes) in grapevine (*Vitis vinifera* L.) roots, woods, canes, stems, and leaves. *Antioxidants.* 2020;9(5):398.
14. Lachman J., Kotíková Z., Hejtmánková A., Pivec V., Pšeničnája

- O., Šulc M., Štralková R., Dědina M. Resveratrol and piceid isomers concentrations in grapevine shoots, leaves, and tendrils. *Hort. Sci. (Prague)*. 2016;43:25–32. DOI 10.17221/258/oeno-one.2016.50.4.1068.
15. Balík J., Kyseláková M., Vrchotová N., Triska J., Kumsta M., Veverka J., Hic P., Totusek J. and Lefnerová D. Relations between polyphenols content and antioxidant activity in vine grapes and leaves. *Czech J. Food Sci.* 2008;26:25–32. DOI 10.17221/246/2008-CJFS.
16. Aaviksaar A., Haga M., Pussa T., Roasto M., Tsoupras G. Purification of resveratrol from vine stems. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Chemistry*. 2003;52:155–164.
17. Соловьева Л.М., Чурсина О.А., Гришин Ю.В., Дадашев М.Н., Ходаков А.Л. Виноградная лоза как источник натуральных биологически активных веществ // Пищевая наука и технология. 2013;24(3):35–38.
18. Nemeth G., Hegyi O., Dunai A., Laszlo Kocsis L. Stilbenes in the different organs of *Vitis vinifera* cv. Merlot grafted on TK5BB rootstock. *OENO One*. 2017;51(3):323–328. DOI 10.20870/oeno-one.2016.50.4.1068.
19. Модонкаева А.Э., Бойко В.А., Сластия Е.А., Аппазова Н.Н. Торговые особенности качественного и количественного фенольных веществ основных вегетативных органов виноградного куста // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2012;2:11–14.
20. Pastrana-Bonilla E., Akoh C.C., Sellappan S., Krewer G. Phenolic content and antioxidant capacity of muscadine grapes. *J. Agric. Food Chem.* 2003;51(18):5497–4503. DOI 10.1021/jf030113c.
21. Chernousova I.V., Zaitsev G. P., Zhilyakova T. A., Grishin Yu. V. Biologically active agents as part of extracts of grape leaves and vine and method of their extraction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;954:012016. DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012016.
22. Max B., Salgado J.M., Cortés S., Domínguez J.M. Extraction of phenolic acids by alkaline hydrolysis from the solid residue obtained after prehydrolysis of trimming vine shoots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010;58:1909–1917. DOI 10.1021/jf903441d.
23. Kowshik J., Giri H., Kranthi T., Kiran Kishore K., Kesavan R., Vankudavath R.N., Geeredy Bhanuprakash Reddy G.Bh., Dixit M., Nagini S. Ellagic acid inhibits VEGF/VEGFR2, PI3K/Akt and MAPK signaling cascades in the hamster cheek pouch carcinogenesis model A. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*. 2016;14(9):1249–1260. DOI 10.2174/1871520614666140723114217.
24. Barjot C., Tournaire M., Castagnino C., Vigor C., Vercauteren J., Rossi J.-F. Evaluation of antitumor effects of two vine stalk oligomers of resveratrol on a panel of lymphoid and myeloid cell lines: comparison with resveratrol. *Life Sciences*. 2007;81(23-24):1565–1574. DOI 10.1016/j.lfs.2007.08.047.
25. Зайцев Г.П., Мосолкова В.Е., Гришин Ю.В., Черноусова И.В., Огай Ю.А., Авидзба А.М. Фенольные компоненты винограда сорта Каберне-Совиньон винодельческих хозяйств Крыма // Химия растительного сырья. 2015;2:187–193.
26. Kiselev K.V., Aleynova O.A., Grigorukh V.P., Dubrovina A.S. Stilbene accumulation and expression of stilbene biosynthesis pathway genes in wild grapevine *Vitis amurensis* Rupr. *Planta*. 2017; 245(1):151–159. DOI 10.1007/s00425-016-2598-z.
27. Панасюк А.Л., Кузьмина Е.И., Свиридов Д.А. Протекторные свойства сезонных вегетативных частей виноградного растения // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018; 3:33–35.
28. Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Жилякова Т.А., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М. Оценка технологического запаса суммарных полифенолов виноградной грозди // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;2:177–185. DOI 10.35547/IM.2022.53.41.013.
29. Власов В.В., Ковальова И.А., Мулюкина Н.А., Тарасова В.В., Левицкий А.П. Оцінка поліфенольного комплексу сортів винограду селекції ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова». Виноградарство і виноробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Одеса: ННЦ ІВіВ ім. В.Є. Таїрова. 2016;53:57–62.
30. De La Iglesia R., Milagro F.I. Campián J., Boqué N., Martínez J.A. Healthy properties of proanthocyanidins. *BioFactors*. 2010;36:159–168. DOI 10.1002/biof.79.
31. Martinez-Micaelo N., González-Abuín N., Ardèvol A., Pinent M., Blay M.T. Procyranidins and inflammation: molecular targets and health implications. *BioFactors*. 2012;38:257–265. DOI 10.1002/biof.1019.

### References

- Flamini R., Mattivi F., De Rosso M., Arapitsas P., Bavaresco L. Advanced knowledge of three important classes of grape phenolics: anthocyanins, stilbenes and flavonols. *Int. J. Mol. Sci.* 2013;14:19651–19669. DOI 10.3390/ijms141019651.
- Chedea V.S., Tomoiagă L.L., Macovei S.O., Măgureanu D.C., Iliescu M.L., Bocsan I.C., Buzoianu A.D., Voşloban C.M., Pop R.M. Antioxidant/pro-oxidant actions of polyphenols from grapevine and wine by-products-base for complementary therapy in ischemic heart diseases. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021;8:750508. DOI 10.3389/fcvm.2021.750508.
- Xia E., Deng G., Guo Y., Li H. Biological activities of polyphenols from grapes. *Int. J. Mol. Sci.* 2010;11(2):622–646. DOI 10.3390/ijms11020622.
- Troilo M., Difonzo G., Vito M., Paradiso V.M., Summo C., Caponio F. Bioactive compounds from vine shoots, grape stalks, and wine lees: their potential use in agro-food chains. *Foods*. 2021;10(2):342. DOI 10.3390/foods10020342.
- Kalli E., Lappa I., Bouchagier P., Tarantilis P.A., Skotti E. Novel application and industrial exploitation of winery by-products. *Bioresour. Bioprocess.* 2018;5:46. DOI 10.1186/s40643-018-0232-6.
- Biais B., Krisa S., Cluzet S., Da Costa G., Waffo-Tégou P., Mérillon J.-M., Richard T. Antioxidant and cytoprotective activities of grapevine stilbenes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2017;65:4952–4960. DOI 10.1021/acs.jafc.7b01254.
- Xue Y.Q., Di J.M., Luo Y., Cheng K.J., Wei X., Shi Z. Resveratrol oligomers for the prevention and treatment of cancers. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2014;7:65832. DOI 10.1155/2014/765832.
- Wang X.F., Yao C.S. Naturally active oligostilbenes. *J. Asian Nat. Prod. Res.* 2016;18:376–407. DOI 10.1080/10286020.2015.1094464.
- Zhu Yue, Xie De-Yu. Docking characterization and *in vitro* inhibitory activity of flavan-3-ols and dimeric proanthocyanidins against the main protease activity of SARS-Cov-2. *Frontiers in Plant Science*. 2020;11. DOI 10.3389/fpls.2020.601316.
- Deriabin O.N., Zavelevych M.P., Starosyla D.B., Palchykovska L.L., Platonov M.O., Atamaniuk V.P., Rybalko S.L. Natural polyphenols as inhibitors of coronavirus-cell interaction: review of literature and experimental data. *Ukrainian Medical Journal*. 2020;3(137):1–V/Vi:1–6. DOI 10.32471/umj.1680-3051.137.178833 (*in Russian*).
- He Q., Szczepańska P., Yuzbashev T., Lazar Z., Ledesma-Amaro R. De novo production of resveratrol from glycerol by engineering different metabolic pathways in *Yarrowia lipolytica*. *Metab. Eng. Commun.* 2020;11:e00146. DOI 10.1016/j.mec.2020.e00146.
- Valletta A., Iozia L.M., Leonelli F. Impact of environmental factors on stilbene biosynthesis. *Plants*. 2021;10(1):90. DOI

- 10.3390/plants10010090.
13. Goufo P., Singh R.K., Cortez I.A. Reference list of phenolic compounds (including stilbenes) in grapevine (*Vitis vinifera* L.) roots, woods, canes, stems, and leaves. *Antioxidants*. 2020;9(5):398.
  14. Lachman J., Kotíková Z., Hejtmánková A., Pivec V., Pšeničnjaja O., Šulc M., Štrálková R., Dědina M. Resveratrol and piceid isomers concentrations in grapevine shoots, leaves, and tendrils. *Hort. Sci. (Prague)*. 2016;43:25–32. DOI 10.17221/258/oeno-one.2016.50.4.1068.
  15. Balík J., Kyseláková M., Vrchotová N., Tríska J., Kumsta M., Veverka J., Híc P., Totusek J. and Lefnerová D. Relations between polyphenols content and antioxidant activity in vine grapes and leaves. *Czech J. Food Sci.* 2008;26:25–32. DOI 10.17221/246/2008-CJFS.
  16. Aaviksaar A., Haga M., Pussa T., Roasto M., Tsoupras G. Purification of resveratrol from vine stems. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Chemistry*. 2003;52:155–164.
  17. Solovyova L.M., Chursina O.A., Grishin Yu.V., Dadashev M.N., Hodakov A.L. Vine as a source of biologically active substances. *Technology and Food Safety*. 2013;24(3):35–38 (*in Russian*).
  18. Nemeth G., Hegyi O., Dunai A., Laszlo Kocsis L. Stilbenes in the different organs of *Vitis vinifera* cv. Merlot grafted on TK5BB rootstock. *OENO One*. 2017;51(3):323–328. DOI 10.20870/oeno-one.2016.50.4.1068.
  19. Modonkaieva A.E., Boiko V.A., Slastia Ye.A., Appazova N.N. A study of phenolics of table grapes during vegetation. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2012;2:11–14 (*in Russian*).
  20. Pastrana-Bonilla E., Akoh C.C., Sellappan S., Krewer G. Phenolic content and antioxidant capacity of muscadine grapes. *J. Agric. Food Chem.* 2003;51(18):5497–5503. DOI 10.1021/jf030113c.
  21. Chernousova I.V., Zaitsev G. P., Zhilyakova T. A., Grishin Yu. V. Biologically active agents as part of extracts of grape leaves and vine and method of their extraction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;954:012016. DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012016.
  22. Max B., Salgado J.M., Cortés S., Domínguez J.M. Extraction of phenolic acids by alkaline hydrolysis from the solid residue obtained after prehydrolysis of trimming vine shoots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010;58:1909–1917. DOI 10.1021/jf903441d.
  23. Kowshik J., Giri H., Kranthi T., Kiran Kishore K., Kesavan R., Vankudavath R.N., Geeredy Bhanuprakash Reddy G.Bh., Dixit M., Nagini S. Ellagic acid inhibits VEGF/VEGFR2, PI3K/Akt and MAPK signaling cascades in the hamster cheek pouch carcinogenesis model. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*. 2016;14(9):1249–1260. DOI 10.2174/1871520614666140723114217.
  24. Barjot C., Tournaire M., Castagnino C., Vigor C., Vercauteren J., Rossi J.-F. Evaluation of antitumor effects of two vine stalk oligomers of resveratrol on a panel of lymphoid and myeloid cell lines: comparison with resveratrol. *Life Sciences*. 2007;81(23-24):1565–1574. DOI 10.1016/j.lfs.2007.08.047.
  25. Zaitsev G.P., Mosolkova V.E., Grishin Yu.V., Chernousova I.V., Ogai Yu.A., Avidzba A.M. Phenolic compounds in 'Cabernet-Sauvignon' grape variety at winemaking farms of Crimea. *Chemistry of plant raw materials*. 2015;2:187–193 (*in Russian*).
  26. Kiselev K.V., Aleynova O.A., Grigorchuk V.P., Dubrovina A.S. Stilbene accumulation and expression of stilbene biosynthesis pathway genes in wild grapevine *Vitis amurensis* Rupr. *Planta*. 2017; 245(1):151–159. DOI 10.1007/s00425-016-2598-z.
  27. Panasyuk A.L., Kuzmina E.I., Sviridov D.A. Protector properties of seasonal vegetative parts of a grapevine plant. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;3:33–35 (*in Russian*).
  28. Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E., Solovyova L.A. Evaluation of technological stock of total polyphenols of a grape bunch. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2022;2:177–185. DOI 10.35547/IM.2022.53.41.013 (*in Russian*).
  29. Vlasov V.V., Kovaleva I.A., Mulyukina N.A., Tarasova V.V., Levitsky A.P. Evaluation of polyphenolic complex from grape varieties selected by NSC Tairov Institute of Viticulture and Winemaking. *Viticulture and Winemaking: interdepartmental thematic scientific collection*. Odesa: NSC IV&W named after V.E. Tairov. 2016;53:57–62 (*in Ukrainian*).
  30. De La Iglesia R., Milagro F.I. Campión J., Boqué N., Martínez J.A. Healthy properties of proanthocyanidins. *BioFactors*. 2010;36:159–168. DOI 10.1002/biof.79.
  31. Martinez-Micaelo N., González-Abuín N., Ardèvol A., Pinet M., Blay M.T. Procyranidins and inflammation: molecular targets and health implications. *BioFactors*. 2012;38:257–265. DOI 10.1002/biof.1019.

## Сведения об авторах

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

**Инна Владимировна Черноусова**, канд. тех. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мэйл: cherninnal@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5374-7683>;

**Григорий Павлович Зайцев**, канд. техн. наук, зав. лабораторией аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий; e-мэйл: gorg-83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6416-8417>;

**Юрий Владимирович Гришин**, мл. науч. сотр. лаборатории аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий; e-мэйл: grishin.iurij2010@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6267-4009>;

**Виктория Евгеньевна Мосолкова**, мл. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мэйл: mosolkova@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-7667-0145>;

**Людмила Михайловна Соловьева**, канд. тех. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мэйл: luda\_magarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9038-4217>.

## Information about authors

**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>;

**Inna V. Chernousova**, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: cherninnal@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5374-7683>;

**Georgiy P. Zaitsev**, Cand. Techn. Sci., Head of the Laboratory of Analytical Research, Innovative and Resource-Saving Technologies; e-mail: gorg-83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6416-8417>;

**Yuriy V. Grishin**, Junior Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: grishin.iurij2010@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6267-4009>;

**Victoria E. Mosolkova**, Junior Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: mosolkova@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-7667-0145>;

**Ludmila M. Solovyova**, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: luda\_magarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9038-4217>.

Статья поступила 20.05.2023, одобрена после рецензии 07.06.2023, принята к публикации 21.08.2023.

## Вклад Наримана Абдулхаликовича Алиева в науку и практику отечественного виноградарства

В памяти благодарных потомков неизгладимый след оставил Нариман Алиев – выдающийся сын Дагестана, новатор производства, ученый-виноградарь, Герой социалистического труда СССР, бесценно руководивший в течение почти полувека известным виноградарским сельхозпредприятием – совхозом им. Героя Советского Союза Шамсулы Алиева (АОЗТ Алиева), который стал под его началом одним из лучших в отрасли.

Уникальный опыт его работы в Южном Дагестане известен прежде всего разработкой и внедрением в виноградарство СССР в 70-е годы прошлого века инновационной широкорядной высокоштамбовой технологии возделывания культуры, поднявшей на высокий рубеж рентабельность производства солнечной ягоды в нашей стране.

Традиционная для Дагестана отрасль народного хозяйства – виноградарство получило широкое развитие только в советское время, заняв ключевое место в экономике республики. Винсовхозы были созданы в южной (Дербентский, Кайтагский, Карабудахкентский районы) и северной (Кизлярский, Хасавюртовский и др. районы) зонах территории республики при активной государственной поддержке финансами и трудовыми ресурсами.

Совхоз имени Героя Советского Союза Шамсулы Алиева, с которым связана жизнь и судьба легендарного виноградаря нашего отечества Алиева Н.А., возник в 1944 г. на базе виноградарского отделения (с. Мамедкала) в ходе реорганизации предприятия «Красный Октябрь», созданного ранее (1930 г.), и национализации усадьбы Фуагарова (Воронцова) в с. Геджух Дербентского района. В 1958 г. совхоз им. Ш. Алиева возглавил Нариман Алиев – молодой энергичный агроном совхоза «Манаскентский», где после окончания Дагестанского сельхозинститута за год работы он успел заложить сразу 150 га виноградных плантаций, проявив незаурядные организаторские способности в работе.

Алиев Нариман Абдулхаликович родился в 1930



г. в древнем поселении Капкайкент, что в Южном Дагестане, о чем вспоминает в своем авторском повествовании «Записки директора совхоза». Он с детства мечтал создавать и выращивать сады и виноградники на родной земле. В первый же год его руководства совхоз достиг рекордно высокого урожая винограда – 3,5 тыс. т (140 % к плану), за который хозяйство удостоилось первой Всесоюзной премии с вручением переходящего красного знамени ВЦСПС. И с этого времени совхоз прочно входит в число лучших агропредприятий республики Дагестан, а впоследствии и России. Так, в 1960 г. был введен в эксплуатацию новый винзавод с большой мощностью переработки виноградного сырья (500 т в сутки) с современными подвалами для хранения виноматериалов. Тогда же состоялось присвоение совхозу в 1960 г. первым в республике высокого звания «Коллектив коммунистического труда».

Критериями отбора работников у него были высокие профессиональные и деловые качества, трудолюбие и инициативность специалиста. По этому принципу Нариман Абдулхаликович создал сплоченное интернациональное ядро управления: главный агроном был армянин, а главный бухгал-

тер – даргинец, главный инженер – азербайджанец, главный винодел – кумык, начальник отдела кадров – русская и т.д.

Энергичный руководитель, Н.А. Алиев в начале 60-х годов инициировал проект строительства гидромелиоративного канала от реки Самур для орошения приморских безводных земель в южной зоне Дагестана. Реализация проекта позволила увеличить площадь орошаемых плантаций совхоза сразу на 200 га и обеспечить все виноградники поливной водой в летнюю засуху, в период активного роста культуры.

Для решения этой задачи Алиев Н.А. привлек около 500 семей переселенцев из Дахадаевского (жители сел Кола-Корейш, Сулевкент), Кайтагского (с. Сулепа), Курахского (с. Укуз) и Табасаранского (с. Вартатиль) районов южного Дагестана. На выделенные государством денежные дотации на трех участках окраинных территорий (северная, южная и восточная часть) рабочего поселка быстро возникли новые жилые микрорайоны со многими улицами частных домовладений.

Введенная Н.А. Алиевым в это время премиальная система стимулирования работы виноградарей способствовала достижению небывалой производительности труда у всех категорий сотрудников, что позволило резко поднять производственные и экономические показатели в виноградарстве. Почти ежегодно коллектив совхоза удостоивался высоких лавров победителя социалистического соревнования среди виноградарских хозяйств СССР и РСФСР с вручением премии и переходящего красного знамени ЦК КПС в период 1970–1984 гг., а его руководитель в 1973 г. за высокие достижения в работе был удостоен высшей трудовой награды страны – звезды Героя социалистического труда.

Результаты усилий молодого руководителя не заставили себя долго ждать. Все годы после ввода Самур-Дербентского канала производство винограда в совхозе им. Ш. Алиева неуклонно росло. Миллионные доходы на счетах хозяйства позволили директо-

ру приступить к претворению в жизнь задуманного им грандиозного плана социального обустройства совхозного поселения. Первоочередными стали возведение жилья, асфальтирование улиц и тротуаров, строительство школьных учреждений, детских садов, больницы, поликлиники, дворца культуры, стадиона, летнего кинотеатра, а также парка, сквера и других инфраструктурных объектов. За 15 лет на месте прежних барачных построек возник современный населенный пункт, отмеченный многими знаками отличия за благоустройство.

Вдумчивый директор все время находился в поисках совершенствования технологических и других приемов выращивания культуры винограда на плантациях винсовхоза. Так, созданием открытых дренажных коллекторов на засоленных почвах многолетних насаждений он добился постепенной мелиорации и повышения урожайности винограда. Но значительно больше она возросла у виноградной лозы в условиях внедрения в 1970-е гг. разработанной здесь передовой технологии высокоштабных, широкорядных виноградников с участие коллектива ученых Дагестанского НПО во главе с Н.А. Алиевым, в обоснование которой легли многолетние научные исследования директора совхоза. Они увенчались успешной защитой докторской диссертации в НИИВиВ «Магарач» в 1981 г. По итогам состоявшихся на базе НПО практических семинаров-совещаний всесоюзного масштаба по широкорядной культуре винограда в 1975, 1976 и 1979 гг. новая технология была одобрена ведущими учеными и специалистами отрасли и рекомендована в широкую практику внедрения в стране.

На посту директора Н.А. Алиев запомнился уважительным отношением к людям. Талант исследователя и новатора производства сочетался в нем со скромностью, трудолюбием, добротой и мудростью.

Деятельность Наримана Абдулхаликовича Алиева, патриота своей земли, выдержала испытание временем. Его имя навсегда сохранится в благодарной памяти земляков, в Дагестане и за его пределами.

Гасан Абдулкадирович Сурхаев,  
канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.  
Залибек Гаджиевич Залибеков,  
д-р биол. наук, профессор ВАК